

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Fyzická geografie a geoekologie



Bc. Jana Minářová

**PROSTOROVÉ A ČASOVÉ ROZLOŽENÍ SRÁŽEK
V OBLASTI VOGÉZ**

**SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF PRECIPITATION
IN THE VOSGES MOUNTAIN RANGE AREA**

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce/školitel: RNDr. Miloslav Müller, Ph.D.

Praha 2013

Zadání diplomové práce

Název práce

Prostorové a časové rozložení srážek v oblasti Vogéz

Cíle práce

Cílem práce je zpracování klimatologie srážek ve studované oblasti a její interpretace ve vztahu k orografii s hlavním zřetelem na rozdíly v ročním chodu srážek a s tím související odlišnosti v ombrické oceánitě, resp. kontinentalitě.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

V práci budou využity denní úhrny srážek ze srážkoměrných stanic sítě francouzské meteorologické služby. Analyzovány budou především průměrné roční a měsíční úhrny srážek. Z nich bude pomocí několika klimatologických indexů stanovena ombrická kontinentalita jednotlivých stanic. Zájmovým územím bude s ohledem na poskytnutá data především východní část pohoří Vogézy a přilehlá část Hornorýnské nížiny.

Datum zadání: 30. listopadu 2011

Jméno studenta: Bc. Jana Minářová

Podpis studenta:.....

Jméno vedoucího práce: RNDr. Miloslav Müller, Ph.D.

Podpis vedoucího práce:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem všechny použité informační zdroje a literaturu řádně citovala. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Jsem si vědoma toho, že případné použití výsledků získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze, je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 26. dubna 2013

.....
Bc. Jana Minářová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé práce RNDr. Miloslavu Müllerovi, Ph.D. za věnovaný čas, cenné rady a připomínky. Dále pak děkuji Dr. Nadège Blond, Ph.D. za pomoc při shánění dat, Bc. Florianu Raberovi za výpomoc při hledání francouzských zdrojů, Ing. Ivo Řezáčovi za nepostradatelnou pomoc při programování v Microsoft Excel, Jarmile Pilátové za korekturu textu a v neposlední řadě bych chtěla poděkovat také rodině za matematické rady, pomoc se stylistikou a podporu mi věnovanou v průběhu celého studia.

Prostorové a časové rozložení srážek v oblasti Vogéz

Abstrakt

Cílem práce je studovat klimatologii atmosférických srážek v oblasti pohoří Vogéz na severovýchodě Francie. První část pojednává o faktorech, např. všeobecná cirkulace atmosféry, které ovlivňují prostorové a časové rozložení atmosférických srážek v mírných zeměpisných šířkách od makro po mikroúroveň s důrazem na západní Evropu a orografii. Objasňuje termín ombrické kontinentality, resp. oceánity a předkládá základní fyzicko-geografický popis zkoumané lokality, např. vysokou asymetrii mezi návětrnými a závětrnými svahy Vogéz či rozdíly mezi pohořím a Hornorýnskou nížinou. Druhá část demonstruje pomocí standardních klimatologických metod na zkoumaném období 1950-2011 a na 14 meteorologických stanicích v rámci sítě Météo-France, že pohoří Vogézy svojí polohou regionálně výrazně mění jak prostorovou, tak časovou distribuci srážek. Pro odlišnosti v ročním chodu srážek byly jednotlivé stanice rozděleny do tří kategorií: (i) horské stanice s jedním výrazným srážkovým maximem v zimě, (ii) stanice na závětrných svazích se dvěma srážkovými maximy – letním a zimním a (iii) stanice ryze závětrné nacházející se v nížině východně od Vogéz s jedním letním srážkovým maximem. Metody kvantitativního hodnocení stupně ombrické kontinentality vedou ke zjištění, že Vogézy tvoří hranici mezi oceánickým a kontinentálním, resp. přechodným podnebím. Čtenář rovněž získá informace o rozložení atmosférických srážek v prostoru a čase.

Klíčová slova: klimatologie, variabilita srážek, ombrická kontinentalita, efekt závětrí, Vogézy

Spatial and temporal distribution of precipitation in the Vosges mountain range area

Abstract

The aim of this work is to study the climatology of atmospheric precipitation in the studied area situated in the Northeastern France. Factors, e.g. the global circulation of the atmosphere, that influence the spatial and temporal distribution of precipitation in the mid-latitudes, especially in Western Europe and in mountainous regions, are discussed from the macro- to micro- scale in the first part. The term “ombric continentality” is clarified and a description of the physical geography of the studied area is performed, e.g. upward and windward asymmetry of Vosges slopes and contrasts between the mountain range and the Upper Rhine Plain. Secondly a demonstration is made that the Vosges mountain range affects, due to its position, the spatio-temporal distribution of precipitation at a regional scale. This is carried out by computing the daily rainfall on 14 meteorological stations out of the period 1951-2011. Three categories of stations were determined according to their annual precipitation repartition: (i) mountain stations with the winter precipitation maximum, (ii) leeward slope stations with two precipitation maxima, i.e. in winter and summer and (iii) leeward stations located in the Upper Rhine Plain East of the Vosges with a summer precipitation maximum. Quantitative methods of ombric continentality demonstrate that the Vosges represent a limit between oceanic and a more continental climate. The paper concludes on the complexity of spatio-temporal distribution of precipitation.

Keywords: climatology, precipitation variability, ombric continentality, leeward effect, Vosges

OBSAH

Přehled použitých zkratk	8
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	12
1 Úvod	13
2 Faktory ovlivňující rozložení srážek v čase a prostoru	15
2.1 Úvod do problematiky	15
2.2 Faktory makroregionálního a dlouhodobého významu.....	18
2.2.1 Všeobecná cirkulace atmosféry ve středních zeměpisných šířkách	18
2.2.2 Obecné geografické faktory	22
2.2.3 Antropogenní faktory	24
2.3 Faktory na mezoúrovni a mikroúrovni.....	25
2.3.1 Vlastnosti aktivního povrchu	25
2.3.2 Momentální synoptická situace.....	27
2.4 Vliv orografie na atmosférické srážky	31
2.4.1 Vlastnosti horského reliéfu	32
2.4.2 Účinky orografie na atmosférické srážky	33
2.5 Ombrická oceánita a kontinentalita.....	37
3 Fyzicko-geografická charakteristika Vogéz	39
3.1 Úvod.....	39
3.2 Geologie.....	41
3.3 Vodstvo	43
3.4 Klima	44
3.5 Půdy, vegetace, zvířena.....	46
4 Použitá data a metody	48
4.1 Použitá data	48
4.2 Použité metody.....	51
4.2.1 Roční úhrn a roční chod srážek	53
4.2.2 Ombrická kontinentalita	54
4.2.3 Variabilita denních a měsíčních úhrnů srážek.....	55

5	Výsledky	57
5.1	Roční úhrn a roční chod srážek	57
5.1.1	Průměrný roční úhrn srážek (\overline{Ra})	57
5.1.2	Průměrný měsíční úhrn srážek (\overline{Rm})	61
5.1.3	Sezóna nejvyšší koncentrace srážek	65
5.1.4	Meziroční variabilita srážek	67
5.1.5	Meziroční variabilita měsíčních úhrnů srážek	69
5.2	Ombrická kontinentalita	73
5.2.1	Doba polovičních srážek	73
5.2.2	Index ombrické kontinuality podle Hruďičky (1933)	75
5.2.3	Index nerovnoměrnosti ročního chodu srážek podle Markhama (1970)	76
5.3	Variabilita denních úhrnů srážek	80
6	Diskuze a shrnutí výsledků	86
7	Závěr	94
	Seznam zdrojů informací	95
	Seznam příloh	105

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK

ASU	Arizona State University poskytující pod záštitou Světové meteorologické organizace Archiv světových extrémů počasí a klimatu
BP	Before Present z anglického jazyka do češtiny znamenající (kolik let) „před současností“, za kterou se konceptuálně považuje 1. 1. 1950; zkratka se používá především v geologii a archeologii
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav poskytující hydrologické, meteorologické a klimatologické informace pro Českou republiku
ČR	Česká republika
DWD	Deutscher Wetterdienst = „Německá meteorologická služba“ poskytující meteorologické informace a informace o klimatu hlavně pro Německo
EEA	European Environment Agency = „Evropská agentura pro životní prostředí“, speciální agentura Evropské unie zabývající se otázkami životního prostředí
FEA	Fédération Européenne des Aérosols = „Evropská federace aerosolů“, založená r. 1959, sdružuje 18 evropských zemí (včetně ČR) a zabývá se aerosoly v atmosféře
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change = „Mezivládní panel o klimatické změně“ založený roku 1988 Světovou meteorologickou organizací (WMO) a Programem Spojených národů pro životní prostředí (UNEP), který sídlí ve Švýcarsku v Ženevě a zabývá se vývojem a hlavně předpověďmi klimatu
Ma	Mega Annum z řeckého „mégas“ znamenající veliký (ve vědeckém jazyce miliontina násobku) a latinského „annum“ znamenající rok celkově představující časovou jednotku 1 000 000 let používanou zejména v souvislosti s geologickou minulostí
NDR	Německá demokratická republika označující politický lidově demokratickým (komunistickým) stát na území východního Německa (sovětské okupační zóny Německa a východní části Berlína), který fungoval od r. 1949 do r. 1990
OSN	Organizace spojených národů založená 26. června 1945 v San Franciscu s cílem usilovat o zachování mezinárodního míru a bezpečnosti a zajistit mezinárodní spolupráci

- SRN** Spolková republika Německo, politické označení pro oblast Německa
- UN** United Nations, anglická zkratka Organizace spojených národů
- UNEP** United Nations Environment Programme = „Program OSN pro životní prostředí“, speciální instituce OSN vytvořená r. 1972 jako prostředek celosvětové kontroly životního prostředí
- WMO** World Meteorological Organization = „Světová meteorologická organizace“ se sídlem v Ženevě, založená r. 1947, od r. 1950 zvláštním odborem OSN pro meteorologii (počasí a podnebí), operativní hydrologii a související geofyzikální vědy

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Prostorová a časová nerovnoměrnost v rozložení srážek na Zemi	17
Obr. 2	Všeobecná cirkulace atmosféry	19
Obr. 3	Permanentní a sezónní akční centra atmosféry zasahující nad evropský kontinent ...	20
Obr. 4	Příklad blokující anticyklóny nad západní Evropou z 12. 3. 2012	21
Obr. 5	Severoatlantická oscilace – kladná a záporná fáze	22
Obr. 6	Vliv nadmořské výšky na srážky	23
Obr. 7	Atmosférické procesy v tepelném ostrovu města	27
Obr. 8	Hess-Brezowského povětrnostní typy v zimní a letní polovině roku	30
Obr. 9	Orografický výstup vzduchu, tvorba oblačnosti a srážkového stínu	34
Obr. 10	Orografické zesílení atmosférických srážek	35
Obr. 11	Seeder-feeder efekt	35
Obr. 12	Fénové proudění a jeho vliv na prostorové rozložení srážek	36
Obr. 13	Vogézy, poloha v rámci Evropy	39
Obr. 14	Tři pohledy na typickou krajinu Vogéz	40
Obr. 15	Poloha hlavních hřebenů Vogéz	40
Obr. 16	Vogézský pískovec	41
Obr. 17	Geologická mapa Vogéz a okolí	42
Obr. 18	Klimadiagram pro Strasbourg	44
Obr. 19	Kaštanovník jedlý	47
Obr. 20	Rozmístění zkoumaných meteorologických stanic v zájmové lokalitě	50
Obr. 21	Pět vybraných reprezentativních meteorologických stanic	52
Obr. 22	Poloha 14 meteorologických stanic	57
Obr. 23	Závislost \overline{R}_a na nadmořské výšce 14 zkoumaných meteorologických stanic	59
Obr. 24	Průměrný roční úhrn srážek na 14 srážkoměrných stanicích za období 1950-2011 ...	60
Obr. 25	Průměrný měsíční úhrn srážek za období 1950-2011 pro 14 srážkoměrných stanic ..	61
Obr. 26	Přiblížení ročního chodu srážek pro meteorologické stanice kategorie (ii) a (iii)	62
Obr. 27	Sezonalita srážek na pěti stanicích	63
Obr. 28	Porovnání lednových a červencových srážek na 14 stanicích za období 1950-2011 .	64
Obr. 29	Sezóna nejvyšší koncentrace srážek pro 5 vybraných meteorologických stanic	66

Obr. 30	Roční úhrn srážek mezi roky 1950-2011 pro 14 srážkoměrných stanic	67
Obr. 31	Trend ročního úhrnu srážek v období 1950-2011 na 14 zkoumaných stanicích	68
Obr. 32	Trend ročního úhrnu srážek v období 1950-2011 na stanicích kategorie (ii) a (iii) ...	69
Obr. 33	Vývoj a trend lednového a červencového úhrnu srážek na pěti vybraných stanicích za 1950-2011	70
Obr. 34	Meziměsíční variabilita měsíců leden a červenec pro 14 zkoumaných stanic a období 1950-2011	71
Obr. 35	Variabilita lednového a červencového úhrnu srážek pro pět vybraných stanic v relativním vyjádření.....	72
Obr. 36	Stupeň nerovnoměrnosti ročního chodu srážek F podle Markhama pro pět vybraných stanic za období 1950-2011	78
Obr. 37	Proměnlivost měsíce koncentrace srážek určeného podle Markhamova indexu F pro pět vybraných stanic a za období 1950-2011	79
Obr. 38	Variabilita denních úhrnů srážek Rd na 14 zkoumaných stanicích mezi roky 1950- 2011	80
Obr. 39	Variabilita Rd v relativním vyjádření pro pět vybraných stanic za 1950-2011	81
Obr. 40	Roční výška srážek – medián za období 1950-201.....	87
Obr. 41	Statisticko-topografický model PLUVIA s vyznačením stanice Longemer	88
Obr. 42	Trendy srážek pro jednotlivá roční období mezi roky 1900-1999.....	90

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Hess-Brezowského typy povětrnostních situací	29
Tab. 2	Zeměpisná poloha 14 zkoumaných meteorologických stanic	49
Tab. 3	Období neměření zkoumaných meteorologických stanic	50
Tab. 4	Průměrný roční úhrn srážek \overline{Ra}	57
Tab. 5	Doba polovičních srážek a Hruďčkův index kontinentality pro 14 stanic	74
Tab. 6	Hodnota F pro pět vybraných stanic za období 1950-2011	76
Tab. 7	Průměrný denní úhrn srážek \overline{Rd} pro pět vybraných stanic za období 1950-2011	82
Tab. 8	Tři největší denní úhrny srážek na 14 stanicích za období 1950-2011	83
Tab. 9	Poloha těžiště srážek pro 14 zkoumaných stanic	92

KAPITOLA 1

Úvod

Voda a atmosférické srážky s ní spojené představují jeden ze základních předpokladů života člověka na Zemi, paradoxně však srážky mohou být také strůjcem „nežádoucích“ extrémních jevů s mnohdy až fatálními dopady na lidskou společnost, ztráty na lidských životech nevyjímaje. Nedostatek srážek může vyvolat sucho, naopak intenzivní srážky mohou podmínit povodně, sesuvy a jiné katastrofy. Proto je výzkum atmosférických srážek velmi důležitý (Tolasz et al., 2007). Teprve úplné pochopení všech dějů a s nimi souvisejících procesů nám umožní přesně predikovat jejich dobu výskytu, množství či intenzitu. To, že se jedná o tematiku velmi složitou, naznačuje mj. její neustálá nedořešenost, resp. v tomto oboru nadále probíhající vědecká i publikační činnost (jmenujme např. Thériault et al., 2012).

Podstatu složitosti problematiky týkající se atmosférických srážek lze spatřovat v jejich silně nerovnoměrném rozložení na Zemi, a to na všech úrovních – od globální až po lokální, mikroregionální, ale též v čase (Řezáčová et al., 2007), což významně ztěžuje hledání obecných vzorců často daleko komplikovanějších, než je tomu např. u teploty vzduchu. Komplexitě také nahrává velké množství faktorů, které atmosférické srážky ovlivňují, ať už přímo či nepřímo (jmenujme např. zeměpisnou šířku a délku, relativní výškovou členitost nebo všeobecnou cirkulaci atmosféry, které podmiňují vznik srážek, jejich vývoj a vypadávání, výskyt a další). Celkově vzato atmosférické srážky reprezentují nedílnou součást globálního systému Země, hlavně co se týče fyzicko-geografické sféry, i když vlivy a efekty spatřujeme rovněž ve sféře sociogeografické.

Součástí novodobého výzkumu atmosférických srážek je také zpřesňování jejich vztahů k topografii (např. Um et al., 2011). Nejvíce složitými se zdají být oblasti horské, pro které totiž často nemáme ani dostatek dat, a to zejména z tak podstatných částí, jakými jsou vrcholové partie (Prudhomme; Reed, 1998), navíc data mohou být zkreslena např. v případě sněhových srážek či radarovým podhodnocením (Šálek, 2007).

Právě díky nynější aktuálnosti a zájmu o studium atmosférických srážek, a to zejména ve vztahu k topografii, resp. orografii vzniká i tato práce, u které jsou vytyčeny následující cíle: studovat klimatologii srážek v oblasti francouzského pohoří Vogéz, objasnit vliv orografie

na atmosférické proudění, resp. poukázat na odlišný režim atmosférických srážek na návětrné a závětrné straně, a zároveň řešit rozdělení denních, měsíčních a ročních srážkových úhrnů v prostoru a čase.

Oblast pohoří Vogéz byla vybrána z toho důvodu, že se tyčí vůči světovým stranám ve směru jihojihozápad-severoseverovýchod a představují jednu z prvních překážek převažujícímu západnímu proudění od Atlantského oceánu a mohla by jimi tedy procházet pomyslná hranice mezi oceánickým a kontinentálním (přechodným) klimatem s jednoznačně odlišným ročním chodem atmosférických srážek (na návětrné a závětrné straně). K výzkumu vlivu orografie na rozložení srážek jsou Vogézy rovněž příhodné vzhledem k velkému rozdílu v nadmořské výšce mezi vrcholovými partiemi a na východ od Vogéz ležící rovinatou, Horno-rýnskou nížinou, tento rozdíl může činit až k 1 300 m. Dalším důvodem byla i osobní motivace.

Práce je rozdělena do dvou částí, kratší teoretické (viz kap. 2 a 3) a obsáhlejší praktické (viz kap. 4 a 5). Teoretická část bude vycházet z rešerše dostupné literatury a bude pojednávat nejprve o faktorech, které ovlivňují rozdělení srážek v prostoru a čase, následně se bude věnovat tomu vlivu orografie na atmosférické srážky, a nakonec nastíní základní fyzicko-geografické charakteristiky vybraného zájmového území - Vogéz. Oproti tomu praktická část se pokusí přinést odpověď na stanovené cíle.

Hlavním výstupem této práce je tedy vypracování a podání přehledu klimatologie srážek ve Vogézách a nastínění jejich rozložení v prostoru a čase tak, aby bylo možno z dosažených výsledků vycházet i v budoucnosti, např. při zkoumání extremity atmosférických srážek (neboli významných srážkových epizod) v souvislosti s orografií, resp. topografií horského pásma ve vybrané oblasti – pohoří Vogéz, a následně závěry aplikovat i na jiné podobné oblasti (např. Krušné hory). Celkově by tak měla tato práce motivovat k dalším výzkumům stále nedořešené problematiky prostorového a časového rozložení atmosférických srážek s ohledem na její komplexnost.

KAPITOLA 2

Faktory ovlivňující rozložení srážek v čase a prostoru

Tato kapitola nás obeznámí s hlavními faktory, které mohou přímo či nepřímo ovlivňovat rozložení atmosférických srážek v prostoru i čase a podrobněji se bude zabývat vlivem orografie na srážky. Zároveň však nastíní i několik základních pojmů souvisejících s problematikou této práce.

Kapitola je rozdělena do následujících podkapitol:

1. Podkapitola **Úvod do problematiky** časového a prostorového rozložení atmosférických srážek spolu s objasněním pojmu klimatologie;
2. Podkapitola **Faktory makroregionálního a dlouhodobého významu** s výčtem takových faktorů, které na úrovni makroregionální (potažmo globální) a z pohledu delšího časového horizontu (včetně periodicky se opakujících jevů) nejvíce potenciálně ovlivňují časovou a prostorovou variabilitu v distribuci atmosférických srážek;
3. Podkapitola **Faktory na mezoúrovni a mikroúrovni** s uvedením faktorů, které ovlivňují rozložení atmosférických srážek v podrobnějším prostorovém a časovém měřítku;
4. Podkapitola **Vliv orografie na atmosférické srážky** zaměřená na jeden, ovšem pro tuto práci stěžejní faktor podmiňující distribuci atmosférických srážek;
5. Podkapitola **Ombrická oceánita a kontinentalita** vysvětlující tyto pojmy stejně tak, jako způsoby jejich zjišťování.

Všechny výše uvedené podkapitoly budou vycházet z rešerše dostupných literárních zdrojů, tištěných a elektronických, a pokusí se tak podat představu o faktorech, které se nejvíce podílejí na rozložení atmosférických srážek v prostoru a čase.

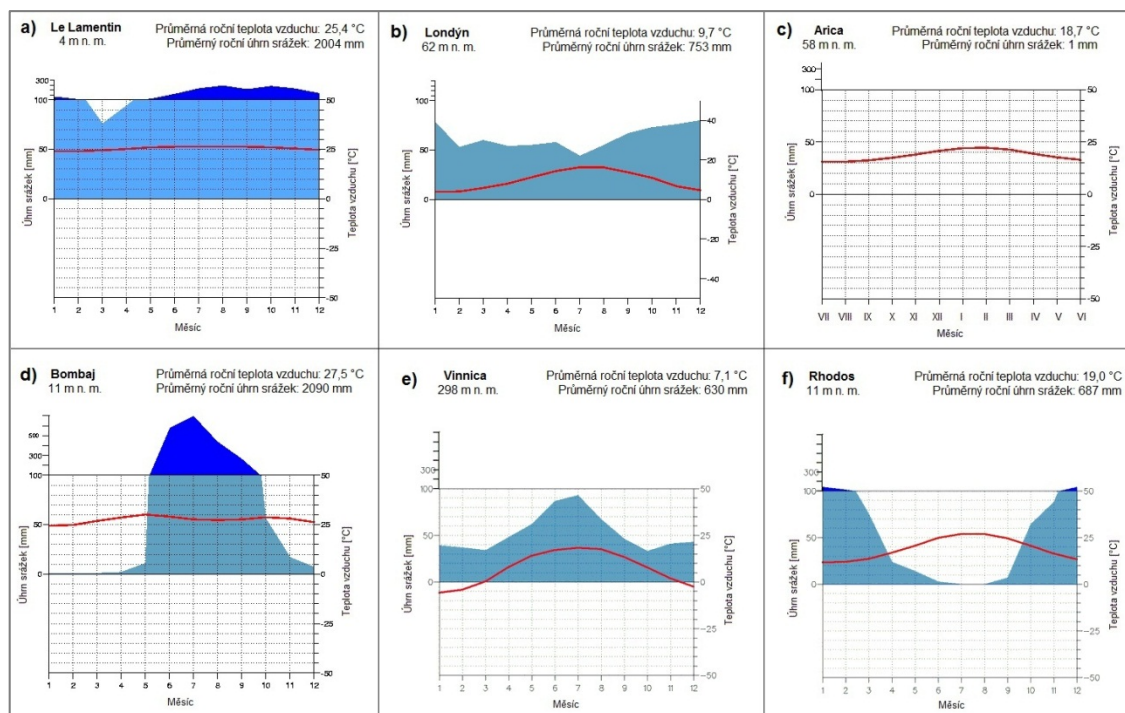
2.1 Úvod do problematiky

Atmosférické srážky neboli srážkové částice (v práci je někdy též použito zkráceného termínu „srážky“) vznikají podle definice prvotně narůstáním oblačných částic, hranicí je zpravidla průměr 0,1 mm, a jejich pádová rychlost musí překročit rychlost výstupných proudů vzduchu.

Takovéto srážky označujeme jako padající čili **vertikální**. Za druhé se můžeme setkat se vznikem tzv. srážek usazených neboli horizontálních, které vznikají kondenzací nebo depozicí na zemském povrchu (např. Hanzlík, 1947; Netopil et al., 1984). Tento druh srážek ale v práci není uvažován (pouze okrajově v této Kapitole 2). Důvodem je, že v zájmové oblasti (Vogézy) horizontální srážky nepředstavují více než pouze marginální úhrny.

Klimatologie srážek, jakožto jedno z odvětví klimatologie, je věda, která stojí na pomezí geofyzikálních a geografických disciplín, studuje klimatotvorné procesy související se srážkami a spolupodílí se na vytváření podnebných klasifikací a výzkumu paleoklimatu (Sobíšek et al., 1993, s. 137). Dále se zabývá extrémními hodnotami, které představují určité odlehlé hodnoty od normálu - ať už z dlouhodobého pohledu či jednorázově (pro danou lokalitu či vůči jiné oblasti). Uvedme jako příklad **celosvětové extrémy**: dlouhodobě nejbohatším místem na srážky na světě vůbec se dnes jeví obec *Mawsynram* nacházející se v severní Indii na návětrné straně pohoří Himálaje, která je navíc ovlivněna monzunem, s průměrným ročním úhrnem srážek 12 210 mm za období 1941-1969 (Barry; Chorley, 2003, s. 265); celosvětově nejvyšší roční i měsíční úhrn hledejme v téže oblasti - konkrétně v *Čerápundží* ležícím v návětrí Himálaje, kde v roce 1861 spadlo **26 470 mm** srážek a v měsíci červenci téhož roku **9 300 mm**; denní maximum je naopak spjato s tropickou cyklónou, která dne 15. 3. 1952 přinesla na meteorologickou stanici *Foc-Foc* (na ostrově Réunion v Indickém oceánu) **1 825 mm** srážek; hodinové ombrické maximum se vyskytlo ve státě Missouri (ve Spojených státech amerických), kde dne 22. 6. 1947 vypadlo za 42 minut **305 mm** srážek (ASU, 1999). Co se týče opačného srážkového extrému, za celosvětově nejsušší oblast je považována poušť Atacama ležící v Chile, kde na meteorologické stanici *Arica* naměří průměrně **do 1 mm** srážek za rok. Srovnajme tyto extrémy např. s metropolitní Francií, kde nejvyšší roční naměřený úhrn srážek je skoro sedmkrát menší než naměřený světový rekord - na stanici *Mont-Aigoual* v Massif Central bylo dosaženo za rok 1913 úhrnu 4 014 mm (Météo-France, 2012), anebo s ČR, pro kterou máme denní maximum 345,1 mm (z 29. 7. na 30. 7. 1897) z *Nové Louky* v Jizerských horách (např. Farský; Matějček 2007), jež je srovnatelné s hodinovým světovým (zmiňovaných 305 mm). V rámci klimatologie srážek se zjišťuje také jejich rozložení.

Rozložením atmosférických srážek se obvykle rozumí nuance srážkových úhrnů v prostoru a čase. Prostorové rozložení zkoumá variabilitu srážek pro jednotlivá různě velká území, zatímco časové se zabývá variabilitou srážek za jednotlivá časová období a komparací časových úseků mezi sebou (roční aj. chody srážek). Jako příklad různorodého rozložení srážek na Zemi (obr. 1) můžeme na jedné straně uvést, jako již tradičně, celoročně vlhké rovníkové oblasti nebo některé přímořské oblasti mírných zeměpisných šířek oproti pouštím celoročně suchým, na druhé straně pak monzunové oblasti, vnější tropy či kontinentální oblasti s maximem srážek v letním období oproti středomořským oblastem s převahou srážek zimních (např. Rohli; Vega, 2011; data DWD, 2007). Tedy rozložení srážek na Zemi je skutečně značně **nerovnoměrné**.



Obr. 1 Prostorová a časová nerovnoměrnost v rozložení srážek na Zemi
(upraveno podle: <http://www.klimadiagramme.de/>)

Pozn.: Z klimadiagramů jasně vyplývají velké rozdíly v distribuci srážek mezi jednotlivými oblastmi na Zemi, resp. v Evropě - a) meteorologická stanice Le Lamentin (na ostrově Martinique v Karibském moři) jako reprezentant rovníkových oblastí s dostatkem srážek po celou dobu roku; b) celoročně vlhké oblasti mírných zeměpisných šířek s nepatrným maximem srážek v zimním období představené meteorologickou stanicí v Londýně; c) celoročně suché pouštní oblasti s příkladem nejsuššího místa na světě Arica v poušti Atacama v Chile; d) monzunové oblasti s jasně na srážky bohatou letní sezónou oproti suché zimní sezóně; e) kontinentální oblasti s letním srážkovým maximem reprezentované ukrajinskou Vinnicou; f) středomořské oblasti s naopak zimním srážkovým maximem oproti suchému létu, zde je příkladem řecký Rhodos.

Abychom ovšem byli schopni stanovit prostorové a časové rámce, musíme znát faktory, které podmiňují různorodé rozložení srážek, ale rovněž samozřejmě vycházet z dostupných dat. Co se týče zkoumání nerovnoměrnosti distribuce atmosférických srážek a atmosférických srážek vůbec, existují dvě základní metody: přímá - pomocí meteorologických stanic (v případě srážek přístroji srážkoměry) a distanční se získáváním informací z meteorologických radiolokátorů nebo družic (Řezáčová et al., 2007). Pro tuto práci byla k dispozici pouze **staniční data** (ze srážkoměrů), proto bylo možné analyzovat pouze tato, na která jsme byli nuceni se omezit.

Faktorů ovlivňujících vznik a vývoj atmosférických srážek, včetně velikosti zasaženého území, ale také měřených charakteristik srážek jako úhrn, intenzita, případně prostorové rozložení, existuje celá řada (Kopp; Suda, 1998). Uvedení všech těchto faktorů by bylo nad rámec této práce. Ale jak již bylo zmíněno v úvodu, podstatné je studovat rozložení atmosférických srážek, a proto se budeme zabývat právě faktory, které toto rozložení podmiňují.

Pro logické uvedení faktorů, které působí na časové a prostorové rozložení, dohromady někdy označované jako časoprostorové (4D), bylo nezbytné tyto faktory rozdělit podle rozsahu vlivu na atmosférické srážky, a to na dominující na makro úrovni (globální úroveň vzhledem ke studované oblasti záměrně vypouštíme) a na faktory silněji se projevující na úrovních mezo a mikro (či na lokální). Dvě kategorie jsem vybrala proto, neboť lze předpokládat, že ke stěžejnímu přechodu, či chceme-li předělu, dochází právě mezi makroúrovní a mezoúrovní, a také kvůli jednoduchosti. Tyto dvě skupiny faktorů, které jsou blíže rozepsány ve dvou následujících subkapitolách, se však mohou prolínat, neboli s každým faktorem se de facto setkáváme na všech úrovních, rozdílná je pouze jeho míra vlivu v porovnání s těmi zbývajících.

2.2 Faktory makroregionálního a dlouhodobého významu

Do této kategorie řadíme ty faktory, které dominují co do vlivu rozložení atmosférických srážek na úrovni územních celků o horizontálním rozsahu stovek kilometrů a větších - např. střední či západní Evropa (Sobíšek, 1993). Podle Netopila et al. (1984) vertikální hranici představuje tropopauza. Pro ni se obvykle uvádí, že se ve středních zeměpisných šířkách nachází cca od 11 km nad zemským povrchem.

Vzhledem k tomu ale, že časová makroúroveň (dlouhodobý trend, roky, sezóny – roční chod) nejde ruku v ruce s makroúrovní prostorovou (zmíněnou výše), budeme v této subkapitole hovořit o faktorech ovlivňujících hlavně územně větší oblasti a zároveň o faktorech, které působí především dlouhodobě či pravidelně (opakovaně), tedy víceméně o klimatotvorných.

Klimatotvorné faktory se dle Sobíška et al. (1993) a Vysoudila (2004) dělí do 5 skupin, a to na faktory *astronomické, radiační, cirkulační, obecné geografické a antropogenní*. Vzhledem k zájmové oblasti Vogéz vyskytující se ve středních zeměpisných šířkách, omezíme se pouze na ty faktory, které jsou v širším kontextu této lokality heterogenní – na západní části kontinentu středních zeměpisných šířek. Proto se nebudeme zabývat ani astronomickými faktory (zde je podstatná snad jen pomyslná *Coriolisova síla*, v důsledku které se obecně na severní polokouli vzduchové hmoty a mořské proudy stáčíjí po směru hodinových ručiček – to platí pro tlakové výše, tlakové níže se naopak stáčíjí proti směru hodinových ručiček), ani radiačními.

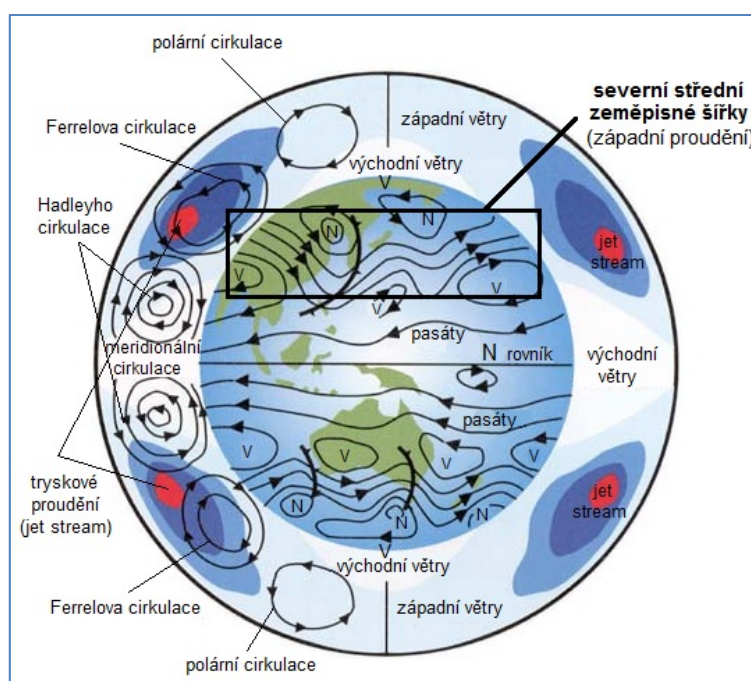
V následující části rozebereme postupně pouze cirkulační faktory, posléze faktory geografické a nakonec antropogenní.

2.2.1 Všeobecná cirkulace atmosféry ve středních zeměpisných šířkách

Všeobecná cirkulace atmosféry je podmíněna rozdíly v tlaku vzduchu, které jsou způsobeny nerovnoměrnou dotací solární energie v různých částech zeměkoule, a představuje významný faktor z hlediska časoprostorového rozložení (podstatněji prostorového) atmosférických srážek na Zemi jako takové (např. Vysoudil, 2004). Pro tuto cirkulaci je typické, že zonální proudění dominuje nad meridionálním.

Následující text vychází zejména z (Petrovič, 1970; Sobíšek et al., 1993; Ahrens, Horne, 2000; Barry, Chorley, 2003 a Rohli, Vega, 2011).

V mírných zeměpisných šířkách převažuje západní zonální proudění a oblast nízkého tlaku vzduchu, zejména kolem 60. rovnoběžky a nad oceánem. Toto navíc spjata s rozprostřením kontinentů na severní polokouli v těchto středních zeměpisných šířkách způsobuje, že jsou atmosférickými srážkami dotovány více právě západní části kontinentů (ze západu přicházející vlhký vzduch od oceánu), kde se z makroregionálního hlediska nachází též naše studovaná oblast, než části východní, nad kterými převažuje vysušený mořský či suchý vzduch z pevniny (viz obr. 2). Z tohoto obrázku je také patrné, že se v horní troposféře nad středními zeměpisnými šířkami vyskytuje tzv. tryskové proudění, anglicky *jet stream*, které může dosahovat rychlosti až kolem 100 m/s. Toto proudění je právě západního charakteru.

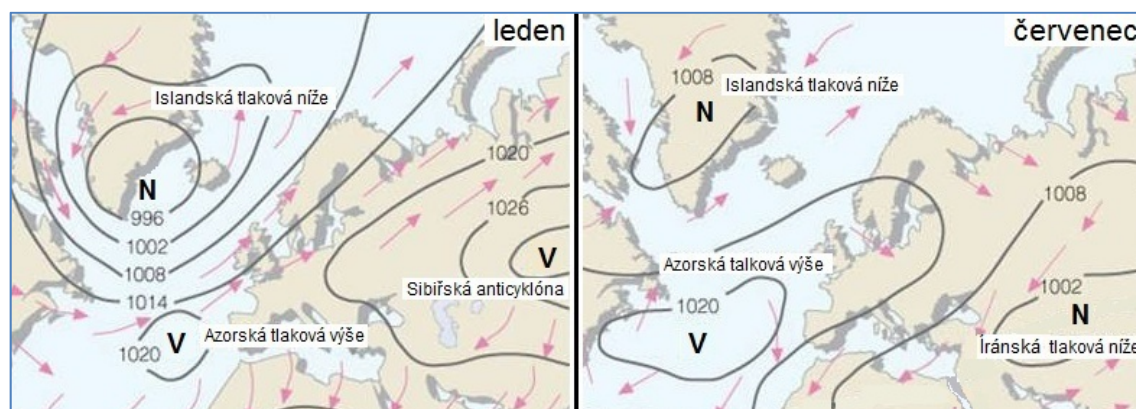


Obr. 2 Všeobecná cirkulace atmosféry
(upraveno podle: Mabry Middle School, 2007)

U cirkulačních systémů, z obr. 2 vidíme, že střední zeměpisné šířky jsou pod vlivem tzv. *Ferrellovy buňky*, ta však není než doprovodným jevem tropické Hadleyho cirkulace a polární buňky.

Dále jsou mírné zeměpisné šířky ovlivňovány dvěma planetárními frontami – polární, která odděluje tropický vzduch od vzduchu mírných šířek (poslední dříve označovaný jako polární), a arktickou, která tvoří hranici mezi vzduchem mírných šířek a arktickým; ta se nachází v oblasti kolem 60. rovnoběžky. Obě, ač poměrně stacionární, se během roku pohybují – v létě směrem na sever, v zimě směrem na jih. Tento pohyb je spjat s posunem ITCZ (intertropické

zóny konvergence) „za sluncem“ od rovníku směrem k obratníku dané letní polokoule. Na arktické frontě dochází ke konvergenci vzduchu, a proto k již zmiňovanému pásu tlakových níží. Na rozdíl od toho se subtropy souvisí subsidence a s ní spojený vznik pásu tlakových výší. Jak známo, tlakové troposférické útvary trvalejšího charakteru se vyskytují pouze nad oceánem. Evropa je tak ovlivňována dvěma tzv. permanentními tlakovými útvary nacházejícími se nad Atlantským oceánem – Islandskou tlakovou níží (cyklónou) a Azorskou tlakovou výší (anticyklónou). Co se týče sezónně se vyskytujících tlakových útvarů, nad evropský kontinent může v zimě zasahovat *anticyklóna s centrem nad Sibiří* (ta vzniká v důsledku silně prochlazeného zemského povrchu ve střední Asii oproti relativně teplejšímu oceánu), zatímco v létě nad prohřátým zemským povrchem se v oblasti střední Asie vytváří *Íránská tlaková níže*, která může rovněž ovlivňovat počasí nad Evropou (obr. 3).



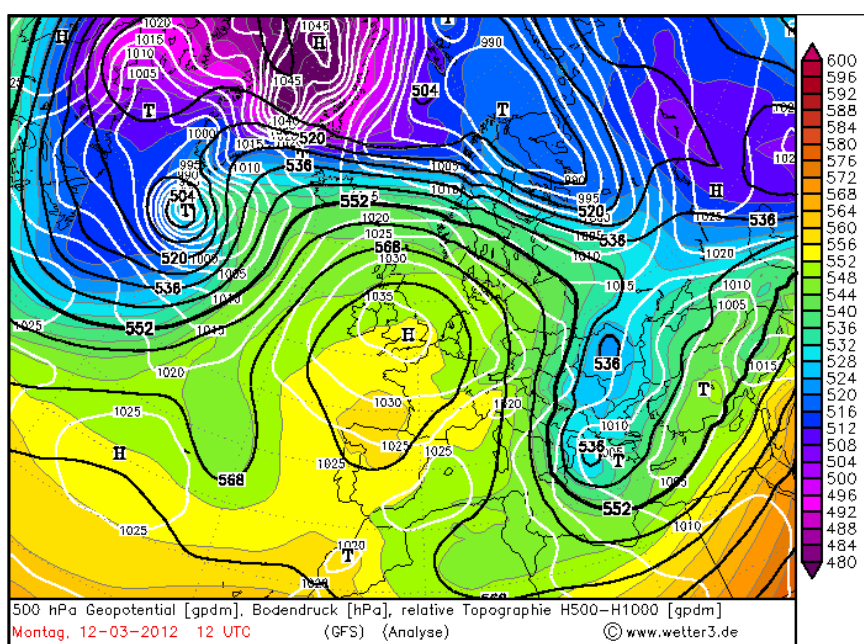
Obr. 3 Permanentní a sezónní akční centra atmosféry zasahující nad evropský kontinent
(upraveno podle: Atkins, 2006)

Pozn.: V lednu se vyskytující Sibiřská tlaková výše, která spolu s Azorskou tlakovou výší a Islandskou tlakovou níží, ovlivňuje počasí nad Evropou. V červenci spolu s posunem ITCZ od rovníku směrem na sever dochází i k posunu Islandské tlakové níže a Azorské tlakové výše (taktéž k severu) a nad prohřátým zemským povrchem vzniká (termicky) podmíněná Íránská (Středoasijská) tlaková níže.

Obecně je srážková činnost spjata s tlakovými nížemi (přinášejí hlavně intenzivní srážky) a frontálními rozhraními. Pro střední zeměpisné šířky je také charakteristické, že zde dochází oproti jiným oblastem k poměrně častému střídání tlakových útvarů a v důsledku toho k častému přechodu frontálních rozhraní. Právě v prostoru atmosférických front dochází nejčastěji ke vzniku tzv. mimotropických cyklón (rovněž vznikají v závětrí velkých horských pásem nebo sezónně termicky – viz výše: Íránská cyklóna), které v Evropě způsobily nejednu živelnou katastrofu. Jmenujme např. Great Storm, ke které došlo v listopadu r. 1703 na jihu Anglie (Lamb; Frydendahl, 1991), Dutch Storm, která prošla z 31. 1. na 1. 2. r. 1953 přes Nizozemí (Gerritsen, 2005), Great October Storm z 15. na 16. 10. 1987 ve Velké Británii (MetOffice, 2012) nebo novodobější *Kyrrill* v lednu r. 2007 (Fink et al., 2009), který zpustošil prakticky celou střední Evropu (včetně území ČR).

Typické také je, že zimní atmosférická cirkulace je daleko více vyjádřená než letní, což je způsobeno tím, že Hadleyho cirkulace nad rovníkem je obecně nejsilnější právě v zimě (myšleno v zimě severní polokoule) – důkazem mohou být výše zmíněné katastrofy situované především do zimní části roku, cyklóny se právě díky zesílené zimní cirkulaci vyskytují v zimě daleko četněji a jsou hlubší a intenzivnější (Gulev et al., 2001).

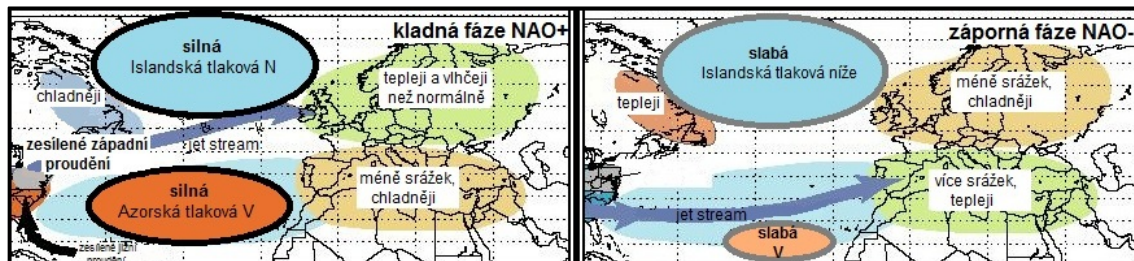
Pro troposférickou cirkulaci středních mírných zeměpisných šířek je také podstatný výskyt tzv. blokujících anticyklón, který se, jak známo, jen těžko předpovídá. Víme (např. Melč, 2010), že v evropském kontextu maxima četnosti dosahují takovéto anticyklóny opět v zimě, a to nad východním Atlantikem a západní Evropou (okolo nultého poledníku). Jejich charakteristikou je, že jsou vertikálně mohutné, čímž dochází k odklánění jet streamu, a tak k redistribuci srážek. Dále mají za následek, že cyklóny okolo takovéto anticyklóny (s výrazným hřebenem vysokého tlaku vzduchu vytaženým k severu) se prohlubují, čímž může docházet k zintenzivnění srážek v oblastech jejich výskytu. Nad střední Evropou se pak často vytváří silný vertikální gradient tlaku a teploty vzduchu a izobary jsou uspořádány meridionálně, což vždy znamená hrozbu pro intenzivní srážky (obr. 4). K vyšším úhrnům srážek dochází zpravidla těsně po uvolnění bloku.



Obr. 4 Příklad blokující anticyklóny nad západní Evropou z 12. 3. 2012
(zdroj: <http://www.wetter3.de/Archiv/>)

Poslední, o čem bychom se měli ještě zmínit, jsou dálkové vazby. Vzhledem k naší zájmové oblasti Vogéz poznamenejme pouze Severoatlantickou oscilaci (NAO; obr. 5), jež se projevuje, zesílí-li (*zeslábně-li*) jak Islandská tlaková níže, tak Azorská tlaková výše. Při kladné fázi, NAO+ (*záporné NAO-*), dojde k zesílení (*zeslabení*) západního proudění, které v zimě způsobí větší (*menší*) přísun srážek z Atlantského oceánu nad střední Evropou a Skandinávii a mírnější

(*chladnější*) teplotu vzduchu; ve Středomoří a Grónsku je naopak chladnější (*tepleji*) a srážek méně (*více*). Výskyt NAO je však v čase značně nepravidelný. Další vysvětlování této oscilace je nad rámec této práce.



Obr. 5 Severoatlantická oscilace – kladná a záporná fáze
(zdroj: upraveno podle http://hatteras.meas.ncsu.edu/secc_edu/NAO/)

Viděli jsme, že se všeobecná cirkulace atmosféry skutečně markantně podílí na vzniku atmosférických srážek ve středních zeměpisných šířkách. Tím, jak se vzduchové hmoty pohybují, udává tato cirkulace základní prostorový rámec rozložení atmosférických srážek nad evropským kontinentem (vyděljuje oblasti přirozeně vlhké a suché) včetně jejich základního časového rozložení (roční chod – zimní část roku vs. letní). Jedná se tedy o jeden ze stěžejních faktorů podmiňujících rozložení srážek i v naší studované oblasti. Podívejme se ale nyní na další faktory, a to v prvé řadě na obecné geografické, o kterých pojednává následující část.

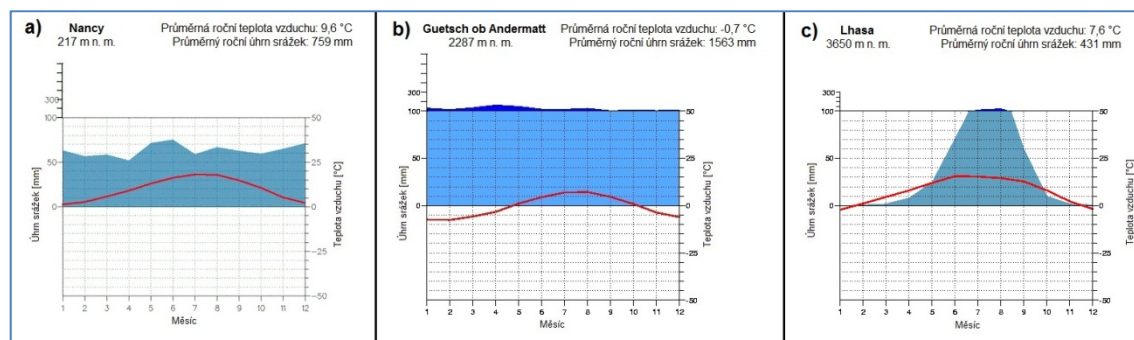
2.2.2 Obecné geografické faktory

Mezi obecné geografické faktory řadíme, budeme-li vycházet z obecných znalostí podpořených zdroji (Petrovič, 1970; Sobíšek et al., 1993; Metodický portál, 2007 a Vysoudil, 2004), zeměpisnou polohu, nadmořskou výšku, rozložení oceánů a kontinentů a s tím související vzdálenost od oceánu (či pevniny) a oceánské proudy. Mohli bychom jmenovat ještě mnohé další (jako např. výskyt vody na pevnině), ale těmi se zde zabývat nebudeme.

Zeměpisná poloha souvisí s různým příjmem radiační energie na Zemi. Energie Slunce stojí prvotně, jak známo, za vznikem výše zmíněné všeobecné cirkulace atmosféry, kdy dochází k vyrovnávání nadbytku a nedostatku energie mezi rovníkem a póly. Pro střední zeměpisné šířky je typické střídání čtyř ročních období. O šířkové pásmovitosti srážek však hovořit nemůžeme, jednoznačně významnějším faktorem v mírných šířkách je výše zmíněná všeobecná cirkulace atmosféry a jiné faktory.

Co se týče nadmořské výšky, ta ovlivňuje distribuci srážek podstatně. Zjednodušeně lze říci, že existuje jakási přímá úměra mezi nadmořskou výškou a úhrnem srážek – horské oblasti jsou obecně na srážky bohatší než nížiny. Ale neopomeňme, že od určité nadmořské výšky, která se liší mezi jednotlivými oblastmi, dochází naopak k inverzi srážek, tedy že s další rostoucí nadmořskou výškou úhrn srážek klesá. V Evropě pozorujeme vliv nadmořské výšky, např. porovnáme-li Alpy s Francouzskou nížinou, kdy při výškovém rozdílu cca 2 000 m shledáme

až trojnásobný nárůst úhrnu srážek; příkladem inverze srážek pak může být Tibetská náhorní plošina (obr. 6).



Obr. 6 Vliv nadmořské výšky na srážky
(upraveno podle: <http://www.klimadiagramme.de/>)

Pozn.: Z klimadiagramů jasně vyplývá nárůst úhrnu srážek mezi nížinou a horami obecně: Nancy, ležící na hranici Francouzské nížiny ve 217 m n. m., vykazuje daleko nižší průměrný roční úhrn srážek (759 mm), než švýcarská meteorologická stanice Guetsch ob Andermatt (2287 m n. m.) s 1563 mm srážek za průměrný rok. Tato stanice má ale rovněž vyšší roční úhrn srážek, než výše položená tibetská Lhasa (431 mm/rok v 3650 m n. m.), což může být dáno mj. úbytkem srážek od určité nadmořské výšky.

Dalším obecným geografickým faktorem je rozložení oceánů a kontinentů na Zemi, protože jak pevnina, tak oceán se na oběhu vody podílejí různým způsobem. Dalo by se říci, že oceán tvoří de facto „celosvětový zdroj“ pro atmosférické srážky, což dosvědčuje také odlišnost ve výšce výparu – průměrně se za rok nad světovým oceánem vypaří 118 cm, zatímco nad pevninou ani ne polovina - 48 cm (Hartmann, 2011). Pro Evropu je hlavním zdrojem srážek voda z Atlantského oceánu – kvůli převažujícímu západnímu proudění (viz kapitola 2.2.1). Je to právě vzdálenost daného místa od oceánu, která se výrazně uplatňuje v souvislosti s Eurasií. Do odlehlých lokalit od oceánu (a od větších vodních ploch) srážky doputují pouze v omezené míře (pokud vůbec) a potenciál pro jejich vznik je rovněž redukován. Obecně ve středních zeměpisných šířkách severní polokoule s převažujícím západním prouděním (viz výše) ubývá v Eurasii srážek ve směru od západu k východu a srážkové maximum se posouvá ze zimních měsíců do letních (Sobíšek et al., 1993). To může být dalším důkazem vysoké prostorové a časové variability srážek. Se vzdáleností od oceánu také souvisejí pojmy ombrická oceánita a kontinentalita, o kterých pojednává podkapitola 2.5.

Posledním obecným geografickým faktorem souvisejícím s evropským kontinentem, který je nutno ve vztahu k atmosférickým srážkám zmínit, jsou oceánské proudy. Studené oceánské proudy obecně podmiňují nižší úhrny srážek v oblasti, protože tím, jak zde dochází většinou k upwellingu, je snížena i okolní teplota vzduchu (nízká specifická vlhkost na povrchu oceánu je také nižší) a celkově jsou omezeny konvektivní pohyby. Uvedme známé příklady jako Atacamu – viz výše, poušť ležící na východním pobřeží Tichého oceánu způsobená vlivem Humboldtova studeného oceánského proudu, či poušť Namib, která se nachází na východním

pobřeží Atlantského oceánu na JZ Afriky vlivem studeného Benguelského proudu. Oproti tomu Evropa je naopak pod vlivem *teplého Severoatlantského oceánského proudu*, který je jednou z větví Golského proudu, jenž vzniká v Karibském moři (Hloušek et al., 1995). Ten způsobuje kromě vyšší teploty vzduchu, než je pro dané zeměpisné šířky obvyklé (Kanada vs. Francie, ČR), také relativně větší úhrn srážek na evropském pobřeží.

Tato část osvětlila problematiku nerovnoměrné distribuce srážek v Evropě, která je následně (v praktické části – viz kap. 4 a 5) základní pro pochopení atmosférických dějů ve zkoumané lokalitě.

2.2.3 Antropogenní faktory

Posledními faktory, které ovlivňují srážky na makroúrovni a kterými se budeme zabývat, jsou ty, které souvisejí s lidskou činností.

Západní a střední Evropa je člověkem více ovlivňována už od neolitu (kolem 7000 BP), kdy člověk razantně mění dosavadní životní styl - z kočovného života přechází na usedlý, spjatý se zemědělskou činností (Velímský, 2006). Krajina se tak postupně mění ze zalesněné na krajinu s dominancí kulturní stepi. Dalším mezníkem v Evropě je průmyslová revoluce (19. stol.), od které člověk začíná přírodní procesy ovlivňovat nejen přímo (jako doposud), ale též nepřímo - vznikají první továrny a motorová doprava, které uvolňují emise do ovzduší atd. (Lipský, 1999). Takřka až o 100 let později se objevují první výzkumy zabývající se vlivem člověka na atmosférické pochody, ať už v souvislosti s globální klimatickou změnou či se snahou zlepšovat stav životního prostředí (např. IPCC, 2007).

Antropogenním prvkem nejvíce ovlivňujícím atmosférické srážky jsou aerosoly, pevné, kapalně či smíšené částice o velikosti 1 nm až 100 μm , pocházející z lidské činnosti. Jedná se o sloučeniny síry, uhlíku a dusíku, prach a další látky původem z průmyslové výroby, dopravy a dalších odvětví. Tyto aerosoly mají podobný efekt jako aerosoly, které pocházejí z přírodních procesů (např. z vulkanických erupcí). Podle Wilda (2012) či IPCC (2007) mají aerosoly celkově záporný vliv na radiční bilanci, protože mohou působit jako kondenzační jádra, která podmiňují vznik oblačných potažmo srážkových částic. Podle tzv. Albrechtova jevu (Albrecht, 1989) takto vytvářené oblaky žijí déle. Na druhou stranu však v oblastech s velmi silným znečištěním ovzduší může docházet naopak k rozpouštění oblačnosti (aerosoly pohlcují solární energii a vyskytují-li se v troposféře ve zvýšené míře, mohou až stabilizovat hladiny pod nimi, což pak vede k potlačení konvekce).

Co se týče Evropy, všechny státy EU se zavázaly k plnění Montrealského protokolu z roku 1987 (UNEP, 1990) a Kjótského protokolu z r. 1997 (OSN, 1998). V Evropě však v posledních dvou letech dochází opět ke zvyšování emisí aerosolů - +6,4 % aerosolů v atmosféře v r. 2010 oproti r. 2009 (FEA, 2012, s. 14), navíc stále existuje několik oblastí s intenzivní průmyslovou činností a otázka narůstající silniční dopravy se také nelepší (EEA, 2007). Zkoumaná oblast pohoří Vogéz se nachází prakticky v tzv. sociálním a ekonomickém srdci Evropy, ve kterém je

situován průmysl a kde se vyskytuje polovina obyvatel EU. Jedná se o oblast od západu: jih Anglie – Benelux – Porýní. Z této oblasti plyne většina financí EU, ale životní prostředí je zde na jedné z nejhorších úrovní EU a aerosolů do atmosféry se zde dostává velmi mnoho (FEA, 2012). Neměli bychom sice tento faktor, který může ovlivňovat vzorce vzniku srážek, zcela opomíjet, ale v této práci, vzhledem k její rozsáhlosti, uvažován není, neboť reprezentuje marginální vliv.

Celkově tedy můžeme říci, že rozložení atmosférických srážek z dlouhodobého hlediska a na makroregionální úrovni podléhá mnoha faktorům. Západní část evropského kontinentu je převážně ovlivňována západním prouděním přinášejícím do oblasti většinu srážek, kterých tudíž směrem na východ ubývá. Evropa je pod vlivem zejména permanentní Islandské tlakové níže a Azorské tlakové výše, které se v létě posouvají k severu. Zimní cirkulace je na západě Evropy mnohem více vyjádřená, tehdy dochází rovněž k četnějšímu vzniku mimotropických cyklón. Klima Evropy je dále podmíněno teplým Severoatlantským proudem. Počasí pak ovlivňuje i antropogenní aktivita, ačkoliv nejdůležitějším faktorem na makroúrovni zůstává všeobecná cirkulace atmosféry následovaná geografickými faktory.

2.3 Faktory na mezoúrovni a mikroúrovni

Tato subkapitola, jak už sám název napovídá, se věnuje takovým faktorům, které významněji ovlivňují rozložení atmosférických srážek na menší úrovni (než na makroúrovni) a v relativně kratším časovém období. Níže uvedené faktory samozřejmě hrají roli též na úrovni vyšší, ale na té je jejich vliv zanedbatelný.

Mezo a mikroregionální úrovni myslíme takové území, které horizontálně nepřesahuje desítky kilometrů a vertikálně je vymezeno planetární mezní vrstvou atmosféry, tedy obvykle do 2 km (někdy až 3 km) nadmořské výšky, kde se ještě výrazně projevuje tření o zemský povrch (Netopil et al., 1984). Takto vymezené menší oblasti rovněž lépe postihují kratší časové úseky, můžeme zde hovořit o variabilitě denní či měsíční a ne se omezit pouze na variabilitu roční a sezónní jako tomu bylo v předchozí podkapitole 2.2.

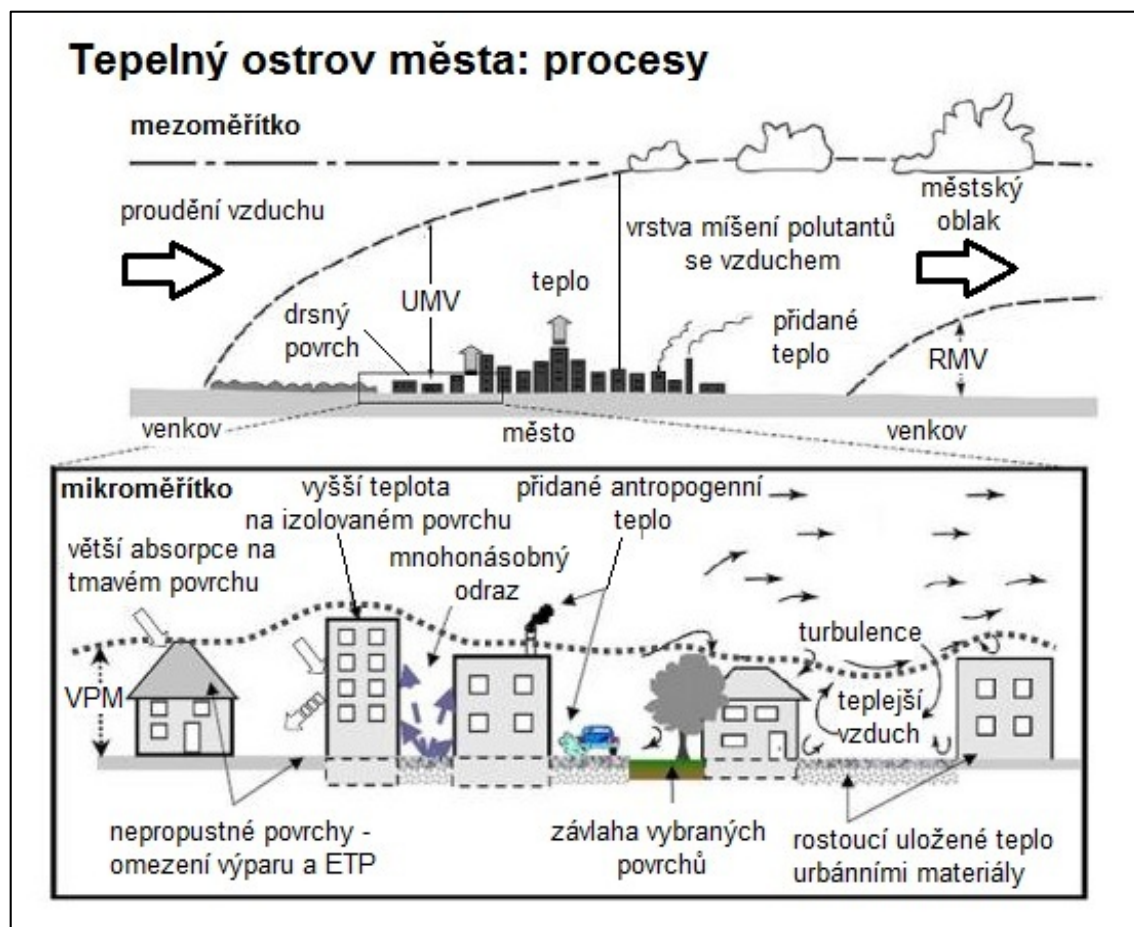
V této části se tedy zabýváme faktory, které dominují v rozložení srážek v malých oblastech a za kratší dobu. Jako reprezentativní jsem zvolila následující činitele: vlastnosti aktivního povrchu a momentální synoptickou situaci, které si nyní rozebereme.

2.3.1 Vlastnosti aktivního povrchu

Aktivní povrch, přechodná zóna mezi litosférou (či hydrosférou) a atmosférou, představuje v rozložení atmosférických srážek další z klíčových faktorů – v Evropě dominuje právě na menších prostorových škálách (Sobíšek et al., 1993, s. 237). Jako nejrozšířenější základní typy aktivního povrchu uveďme vodní plochy, typy vegetace, urbanizovaná území nebo sněhovou

pokrývku (Vysoudil, 1997). Na mezoúrovni a mikroúrovni jsou to právě fyzikálně-chemické vlastnosti těchto různých typů, které mohou ovlivňovat prostorové rámce rozložení srážek tím, jak mění energetické toky mezi povrchem a atmosférou (Kessler, 1985). Jedná se především o *tepelnou vodivost* (voda oproti obnažené hornině akumuluje teplo pomaleji, ale dlouho si jej uchovává, má větší teplotní kapacitu, v létě vzduch nad vodní hladinou stoupá pomaleji než nad teplejším okolím – Petrovič, 1970), *albedo* (sníh odráží i 80 % dopadajícího záření), *půdní vlastnosti* (existence, struktura, vlhkost, složení) či *land cover* (Sobišek et al., 1993). Tyto všechny vlastnosti ovlivňují radiační bilanci mezi zemským povrchem a atmosférou, díky nimž mohou vznikat nahodilé zárodky konvekce ústící ve vznik oblaků a srážek.

Člověk často mění svou činností aktivní povrch například změnami land-use apod. K tomu dochází podstatněji ve střední a západní Evropě už od neolitu (viz výše), i když nejvýrazněji až od průmyslové revoluce a s ní související urbanizací a rozvojem dopravy. Tyto člověkem způsobené změny aktivního povrchu povětšinou spojené se změnami land-use, ať už se jedná o výstavbu, zalesnění aj., mohou ovlivňovat načasování a prostorovou distribuci srážek na lokální úrovni. Vznik holé půdy či nepropustných povrchů přirozeně se nevyskytujících v západoevropských a středoevropských podmínkách může vést ke zvyšování prašnosti, na kterou pak navazuje problematika aerosolů (viz kap. 2.2.3). Dále také rozšiřování měst a s tím související *tepelný ostrov města* má potenciálně velmi významný vliv na atmosférické srážky. Ukazuje se (Oke, 1995), že ve městech a jejich těsné blízkosti ve směru proudění obecně dochází k většímu úhrnu srážek, než ve velmi vzdálených venkovských oblastech (obr. 7). Je to zřejmě způsobeno zvýšením turbulentního proudění na heterogenním (drsném) podkladu s převahou výškových budov, násobným odrazem dopadajícího záření o velké vertikální plochy budov, zvýšenou absorpcí dopadajícího záření především tmavými povrchy (asfalt aj.) – to vše spolu s přidáním teplem z dopravy a průmyslové výroby ústí v celkové zvýšení teploty vzduchu ve městě a těsně nad ním, v tzv. urbánní mezní vrstvě atmosféry (UMV), ve které pravděpodobněji vzniknou nahodilé zárodky výstupných proudů umocněných zmíněnou turbulencí. Tyto proudy podmiňují vznik tzv. městské oblačnosti („městské“ proto, neboť vzniká v důsledku existence města). Proč ale zmiňujeme tento fenomén v souvislosti s naší oblastí? Ve zkoumané oblasti se nachází evropsky významné francouzské město Štrasburk (dále jen francouzsky „Strasbourg“) a nedaleko Bazilej (ve Švýcarsku), Karlsruhe (v SRN) či Nancy (ve Francii). Všechna tato města mají přes 100 000 obyvatel - Karlsruhe a Strasbourg prakticky 300 000 (Insee, 2009; SISKÁ, 2012; Statistisches Amt Basel-Stadt, 2013); a dochází u nich právě k výše popsanému fenoménu tepelného ostrova města, který bychom měli mít při zkoumání oblasti Vogéz na zřetelu.



Obr. 7 Atmosférické procesy v tepelném ostrovu města

(upraveno podle: <http://www.suratclimatechange.org/page/8/urban-heat-islands.html>)

Vysvětlivky: UMV = urbánní mezní vrstva atmosféry; RMV = rurální mezní vrstva atmosféry; VMP = vrstva povrchu města; ETP = evapotranspirace

Charakteristiky aktivního povrchu, stejně tak jako změny ve využívání půdy člověkem, mají nesporně významný vliv, a to jak na radiační a teplotní režim, tak na režim atmosférických srážek.

2.3.2 Momentální synoptická situace

Dalším významným faktorem uplatňujícím se na mezoúrovni a mikroúrovni je momentální synoptická situace neboli momentální stav jednotlivých meteorologických prvků. Hodnoty těchto prvků a jejich chody (roční, měsíční, meziměsíční, denní aj.) hrají možná nejpodstatnější roli v aktuálním rozložení atmosférických srážek. Vycházejíc především z (Petrovič, 1970; Sobišek et al., 1993 a Metodický portál, 2007), jedná se hlavně o teplotu vzduchu a její vertikální zvrstvení, které spolu se stabilitou či labilitou atmosféry podporuje nebo nepodporuje výstupy vzduchu a tím lokální vznik srážek - konvekce je podstatná hlavně v letní polovině

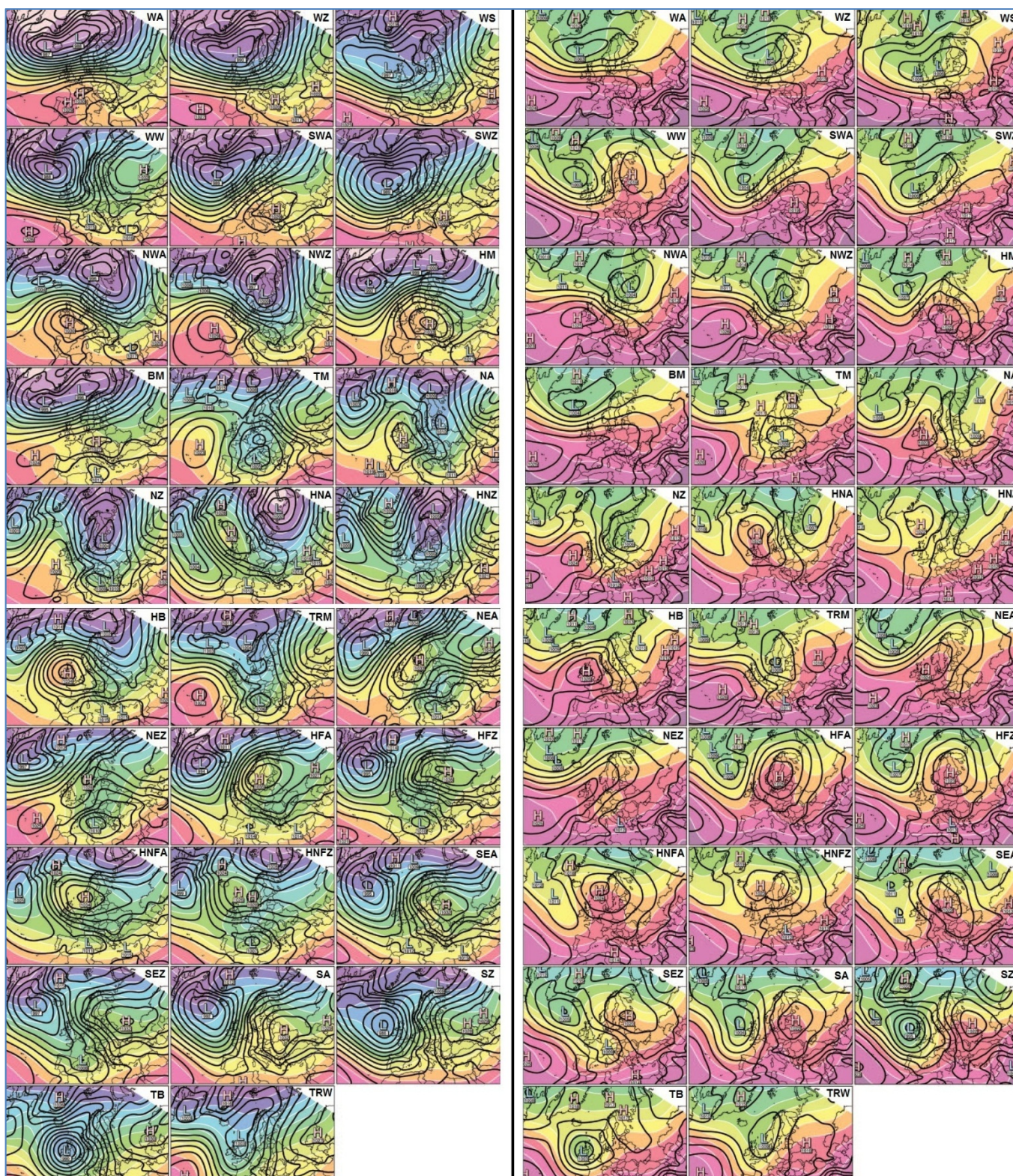
roku, inverzní situace mohou zapříčiňovat výskyt mlh s možností mrholení. Dále hovoříme o tlaču vzduchu, kdy ke srážkám obecně častěji dochází v tlakových nížích (viz kap. 2.2.1). Nelze opomenout též vlhkost vzduchu, resp. nasycenost vzduchu vodní párou, která je pro vznik srážek nezbytná - nedosáhne-li vzduch stavu nasycení, nevzniknou oblačné částice a tudíž ani srážkové. Směr a rychlost větru rovněž ovlivňují rozložení atmosférických srážek. Obecně lze říci, že čím vyšší je rychlost větru, uvážíme-li převažující západní proudění od Atlantského oceánu nad Evropu, tím se potenciálně vzduchové hmoty dostanou dále do nitra kontinentu, kde mohou způsobit srážkově bohaté, abnormální úhrny. Posledním podstatným prvkem, je druh oblačnosti, protože to, že je stupeň pokrytí oblačností z meteorologického hlediska 8/8, je „zataženo“, nemusí nutně znamenat, že z takovéto oblačnosti budou vypadávat srážky. Obecně platí, že z většiny oblaků atmosférické srážky nevypadávají, jsou nesrážkové, nebo jen výjimečně (např. mrholení ze Stratu). Typickými srážkovými oblaky jsou pak oblaky s mohutným vertikálním vývojem často vázané na přechod frontálních rozhraní přes dané území jako Nb (Nimbostratus) typický pro dlouhotrvající plošně rozsáhlé srážky a v některých případech i Cb (Cumulonimbus) způsobující naopak intenzivní, ale krátkodobé atmosférické srážky spíše lokálního charakteru.

S momentální synoptickou situací souvisí rovněž výskyt frontálních rozhraní vzduchových hmot (Bednář, 2003). Teplá fronta se vyznačuje plošně rozsáhlými a dlouhodobými srážkami (hlavně z vrstevnaté oblačnosti) na rozdíl od studené fronty, která přináší srážky spíše intenzivní a krátkodobější (převážně z konvektivní oblačnosti).

Dále bychom měli zmínit, že pro celkové rozložení tlakového pole vzduchu existuje několik typů povětrnostních situací, které se opakovaně vyskytují nad evropským kontinentem v širším kontextu (včetně přilehlého Atlantského oceánu). Obecně známé jsou Hess-Brezowského typy povětrnostních či synoptických (cirkulačních) situací (Brezowsky; Hess, 1952). Autoři, podle nichž se typizace jmenuje, vymezili celkem 29 typů; jejich původní německé označení a definici v češtině ukazuje tab. 1. Obrázek 8 pak znázorňuje jednotlivé situace (v zimní a letní polovině roku). Na atmosférické srážky jsou většinou pro střední Evropu a Francii, ve které se nalézá i naše zkoumaná lokalita, nejbohatší právě cyklonální situace označované posledním písmenem „Z“ (z německého *zyklonal* znamenající cyklonální neboli související s tlakovou níží), a to ať už se jedná o proudění západní (typ *WZ*, *WS* či *WW*), z jihozápadu (*SWZ*), severozápadu (*NWZ*) nebo pokud se nad střední Evropou vyskytne tlaková níže (*TM*). Hojné srážky mohou vypadávat v dané oblasti také při severní cyklonální situaci (*NZ*), vyskytne-li se cyklóna nad Severním mořem (*HNZ*) či hůře, vytáhne-li se její brázda nad střední Evropu (*TRM*), dále při tlakové níži nad Středomořím (*NEZ*) či Skandinávií (*HFZ*) a zároveň Severním mořem (*HNFZ*). Posledně pak ke srážkám může docházet rovněž při proudění z jihovýchodu (*SEZ*) a jihu (*SZ*) nebo vyskytne-li se tlaková níže nad Britskými ostrovy (*TB*) či západní Evropou (*TRW*).

Tab. 1 Hess-Brezowského typy povětrnostních situací (upraveno podle: James, 2007, s. 19)

Číslo	Označení	Překlad definice do českého jazyka
01	WA	Západní anticyklonální situace
02	WZ	Západní cyklonální situace
03	WS	Západní cyklonální situace s jižní dráhou
04	WW	Maritimní západní situace (blok nad východní Evropou)
05	SWA	Jihozápadní anticyklonální situace
06	SWZ	Jihozápadní cyklonální situace
07	NWA	Severozápadní anticyklonální situace
08	NWZ	Severozápadní cyklonální situace
09	HM	Tlaková výše nad střední Evropou
10	BM	Hřeben vysokého tlaku vzduchu nad střední Evropou
11	TM	Tlaková níže nad střední Evropou
12	NA	Severní anticyklonální situace
13	NZ	Severní cyklonální situace
14	HNA	Tlaková výše nad Severním mořem a Islandem s hřebenem nad střední Evropou
15	HNZ	Tlaková níže nad Severním mořem a Islandem s brázdou nad střední Evropou
16	HB	Tlaková výše nad Britskými ostrovy
17	TRM	Brázda postupující přes střední Evropu
18	NEA	Severovýchodní anticyklonální situace
19	NEZ	Severovýchodní cyklonální situace
20	HFA	Tlaková výše nad Skandinávií s hřebenem nad střední Evropou
21	HFZ	Tlaková níže nad Skandinávií s brázdou nad střední Evropou
22	HNFA	Tlaková výše nad Skandinávií a Severním mořem s hřebenem nad střední Evropou
23	HNFZ	Tlaková níže nad Skandinávií a Severním mořem s brázdou nad střední Evropou
24	SEA	Jihovýchodní anticyklonální situace
25	SEZ	Jihovýchodní cyklonální situace
26	SA	Jižní anticyklonální situace
27	SZ	Jižní cyklonální situace
28	TB	Tlaková níže nad Britskými ostrovy
29	TRW	Brázda nízkého tlaku vzduchu nad západní Evropou



Obr. 8 Hess-Brezowského povětrnostní typy v zimní a letní polovině roku
(upraveno podle: James, 2007)

Vysvětlivky: levá část obrázku znázorňuje Hess-Brezowského synoptické typy pro zimní polovinu roku, pravá pro letní; černými křivkami jsou znázorněny izobary průměrného tlaku vzduchu na hladině moře (s intervalem 3 hPa), barevnou škálou geopotenciální výška v hladině 500 hPa (po 6 dam); zakresleny jsou také centra tlakových níží (L), resp. výší (H) s vyznačenými hodnotami tlaku vzduchu.

Obrázek 8 nám také dokazuje již zmiňovanou mnohem více vyjádřenou cirkulaci v zimě než v létě (kap. 2.2.1) – izobary jsou blíže u sebe (hustěji).

Tato podkapitola nám ukázala, že časové a prostorové rozložení atmosférických srážek je také závislé (na mezoúrovni a mikroúrovni) na vlastnostech aktivního povrchu stejně tak, jako na momentální synoptické situaci. Posledním faktorem, avšak komplexním, kterému se budeme věnovat v další subkapitole je orografie.

2.4 Vliv orografie na atmosférické srážky

Již dříve jsme se zmínili o aktivním povrchu a orografii podle Sobíška et al. (1993, s. 209) jakožto „*relief zemského povrchu popisovaný podle jeho vnějších znaků [...] bez ohledu na jeho genezi*“ představuje „*z meteorologického hlediska [...] geometrickou vlastnost aktivního povrchu, která podmiňuje regionální a místní zvláštnosti počasí a podnebí*“. Proto se lze domnívat, že orografie také může způsobovat odlišnosti v rozložení atmosférických srážek. Např. podle Johnsona a Hansona (1995) horská pásma, hřebeny aj. regionálně značně pozměňují cirkulaci vzduchu. Vliv orografie na časové a prostorové rozložení srážek je však velmi složitý, protože horská pásma se často vyznačují velkou variabilitou různých forem reliéfu.

Zabývejme se ale nejprve trochu obecněji členitostí reliéfu neboli topografií. Záměrně byla opomenuta v geografických faktorech (kap. 2.2.2), neboť úzce souvisí právě s otázkou orografie. Členitost terénu stejně tak jako tvary reliéfu na zemském povrchu obecně přispívají k nerovnoměrné distribuci srážek. Stojí-li v cestě převažujícímu proudění vzduchových hmot např. určitá terénní překážka, dojde k pozměnění vlastností dané vzduchové hmoty (dřívějšímu vypadávání srážek, změnění dráhy či jiné její transformaci). S členitostí reliéfu souvisí hlavně *síla tření* – v případě vysoce členitého povrchu, kdy je velká potenciální třecí plocha, dochází k relativnímu zpomalení proudění vzduchu (třecí síla působí vždy proti směru pohybu) a srážky mohou vypadávat po delší dobu nad relativně stejnou lokalitou, naopak jedná-li se o relativně homogenní povrch, např. o rozsáhlou plošinu, nížinu, proudění zde nemusí překonávat překážky, tření o zemský povrch je tedy minimální a proudění vzduchu může v některých případech dokonce i zesilovat (Vysoudil, 1997). Zjednodušeně můžeme říci, že nebýt nerovností reliéfu, atmosférické srážky by se vyskytovaly jinde a byly by též jinak načasovány.

S výraznou členitostí reliéfu úzce souvisí i horské oblasti, ve kterých je charakter proudění v důsledku více nehomogenního zemského povrchu více modifikován. Nyní bychom se měli věnovat tomu, jakým způsobem se tato modifikace projevuje. Vysvětlení není jednoduché, protože orografie může způsobovat jak „orografické“ zrychlení, tak zpomalení atmosférických dějů, někdy může dokonce vést až k úplné transformaci vzduchových hmot. Tím může zesilovat (či zeslabovat) intenzitu i prostorové rozložení srážek (srážky vypadávající „několikrát“ nad stejným územím či jsou více či méně rozšířeny). To dokládají např. Barry a Chorley (2003).

Tuto podkapitolu dále rozdělíme na dvě problematiky: první se bude zabývat vlastnostmi horského reliéfu jako vstupních faktorů orografie na atmosférické srážky, zatímco druhá už přímo jejími účinky na srážky.

2.4.1 Vlastnosti horského reliéfu

Z hlediska vlastností horského reliéfu, jakoby faktorů předurčujících celkový vliv orografie na atmosférické srážky, jedná se zejména o charakter pohoří a o vliv morfologie. Nelze totiž říci, že každé pohoří ovlivňuje, resp. reaguje na proudění vzduchu stejně, to je dáno zejména právě některými specifiky určitých pohoří.

Následující text bude vycházet hlavně z (ČHMÚ, DWD NDR, 1975; Netopil et al., 1984; Barry, 1992; Sobíšek et al., 1993; Vysoudil, 1997 a Bakanza, 2011).

Mezi faktory, které ovlivňují proudění vzduchu a potenciálně tak srážky, patří z hlediska **charakteru pohoří** např. jeho *šířka, délka a výška*. Ty hrají roli především na celkový rozsah (jak prostorový, tak časový) všech modifikací proudění vyvolaných terénní horskou překážkou. Ačkoliv by se dalo předpokládat, že čím je horský masiv rozsáhlejší (vyšší, delší a širší), tím je jeho vliv na atmosférické proudění větší, toto platí jen do určité míry (hlavně lokálně). Daleko podstatnější je totiž *expozice pohoří vůči světovým stranám* (např. v poledníkovém nebo rovnoběžkovém směru), která má vliv na celkové množství přijaté energie Slunce. Ale vůbec nejdůležitější je jeho expozice vůči převažujícímu proudění vzduchu. Stojí-li masiv (paralelně) po směru převažujícího proudění vzduchu, jako např. Alpy, nedochází k tak výrazným změnám proudění vzduchu (a tedy i atmosférických srážek) jako je tomu v případě, když je horské pásmo orientováno spíše kolmo ke směru proudění (v případě Vogéz, Krušných hor apod.). Za takovýmto pohořím totiž srážek výrazně ubývá, vzniká srážkový stín, ale o tom až později.

Další, **morfologické faktory**, které stojí za zmínku, jsou *členitost reliéfu*, o které už byla řeč, a s ní související *tvary* horského pásma, převažující *sklon svahů* (vč. rozdílů mezi návětrnou a závětrnou stranou) a *drsnost povrchu*. Větší členitost reliéfu potenciálně podporuje jednodušší přechod proudění vzduchu přes překážku (např. přes horská sedla), zároveň však podmiňuje řadu místních rozdílů. *Konkávní tvary* mohou vykazovat některé zvláštnosti v proudění vzduchu, a to hlavně při stabilním teplotním zvrstvení atmosféry (tehdy mohou vznikat tzv. jezera studeného vzduchu a též usazené srážky). Ohledně *sklonitosti* obecně platí, že větší sklon svahů představuje „složitější“ překážku pro proudění vzduchu, které na její překonání potřebuje větší rychlost (na závětrné straně větší sklony svahů nehrají tak významnou roli jako na straně návětrné, která je „první v pořadí“). Je dokázáno, že čím větší je sklon návětrných svahů, tím větší je pravděpodobnost tvorby horizontálních neboli usazených srážek (jako námraza, ovlhnutí aj.). K drsnosti povrchu se už více, než jak bylo uvedeno výše, vyjadřovat nebudeme. Připomeňme ale ještě *vzdálenost pohoří od oceánu*, která povětšinou spoluurčuje výsledné množství spadlých atmosférických srážek v horské oblasti a jejím okolí. Čím je oblast ve směru převládajícího proudění vzduchu blíže od oceánu, tím se do oblasti dostává vlhčí vzduch a více

atmosférických srážek (více viz níže v kap. 2.5). Na závěr našeho výčtu ještě zdůrazníme, že je to především všeobecná cirkulace atmosféry a momentální synoptická situace, které stojí nejvíce za celým děním, neboť dodávají hlavní „materiál“, který může být orografií modifikován.

Vlastností horského reliéfu bychom našli ještě daleko více, což nám jen dokládá velkou složitost celé problematiky. Nyní se ale již věnujme jednotlivým účinkům, kterými orografie působí ve vztahu k atmosférickým srážkám.

2.4.2 Účinky orografie na atmosférické srážky

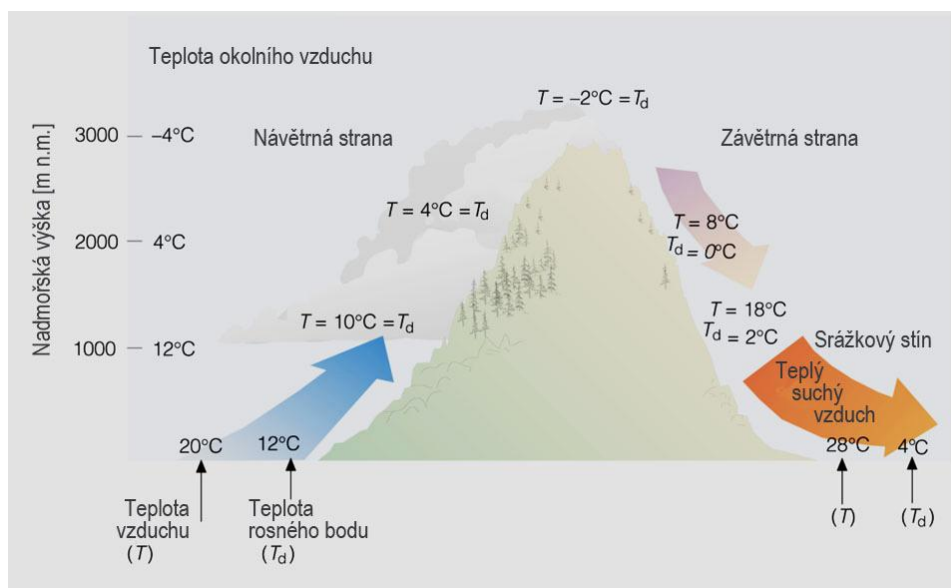
Efektů na atmosférické srážky, které jsou způsobeny orografií, existuje celkem hodně a můžeme se domnívat, že prozatím vědci ani nebyly všechny poznány. Orografie totiž ovlivňuje jak počasí, tak podnebí, a to jak přímo, tak nepřímo. My zde zdůrazníme jen takové účinky, které se v literatuře vyskytují nejvíce a jsou tak nejběžnější a základní. Zde budeme vycházet zejména z (Řezáčová et al., 2007; Barry, Chorley, 2003; Bednář, 2003; Ahrens; Horne, 2000; Vysoudil, 1997 a Sobíšek et al., 1993). Nejprve se bude jednat o orografií způsobené změny v mezocirkulaci a dále o fénové proudění, jakožto jedno z horských místních cirkulací, se kterou souvisí specifické prostorové rozložení srážek.

Orografie může (viz výše) pozměňovat všeobecnou cirkulaci atmosféry v případě mohutných horských masivů orientovaných zejména kolmo k převažujícímu směru proudění, dále pak mezocirkulaci a mikrocirkulaci (i pro méně rozsáhlá pohoří). Vzduchové hmoty se v těchto oblastech chovají odlišně, než pokud by tam žádná překážka nebyla. Jak výrazné tyto změny jsou, je dáno právě souhrou veškerých faktorů, včetně výše uvedených vlastností pohoří.

Prvním efektem orografie na **mezocirkulaci** (a tím na atmosférické srážky) jsou orograficky vynucené výstupy vzduchu, které jsou způsobeny prvotně tím, že převážně horizontálně se posouvající vzduchové hmoty narazí na orografickou překážku, v důsledku které je vzduch nucen stoupat na návětrné straně podél svahů nahoru, a teprve až dosáhne horského hřebene, může se přes překážku „převalit“. Při výstupu však může dojít už k dosažení hladiny kondenzace, vzniku oblaku a k vypadávání srážek. Vynucené výstupy při blokaci vzduchových hmot orografickou překážkou mohou rovněž vést k *uvolnění instability*.

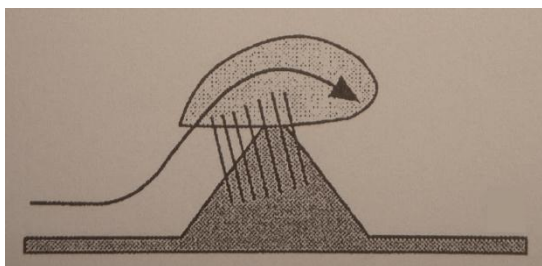
Dále je zde účinek v podobě srážkového stínu (obr. 9), který vzniká zpravidla na závětrné straně horských pásem orientovaných kolmo k převažujícímu směru proudění vzduchu a může zasahovat až do poměrně vzdálených lokalit od pohoří. Oblast výskytu srážkového stínu, jak sám název napovídá, se vyznačuje menšími úhrny atmosférických srážek a nižší četností jejich výskytu, ale též často relativně suchým, silně nenasyceným vzduchem. U kapalných srážek bývá někdy označován jako stín dešťový. Příkladem tohoto jevu mohou být Podkrušnohorské pánve, jedna z nejsušších oblastí ČR, které se právě nacházejí ve srážkovém stínu Krušných hor. Srážkový stín vzniká tím, že na návětrné straně dochází k vynuceným výstupům vzduchu a může dojít ke stavu nasycení a kondenzaci (viz výše), při které se uvolňuje latentní teplo, které bývá na závětrné straně přeměněno na zjevné. Dále je zde vliv rozdílu mezi nasyceně

adiabatickým teplotním gradientem na návětrné straně a suchoadiabatickým teplotním gradientem na straně závětrné. Z tohoto důvodu bývá teplota vzduchu vyšší pro stejnou nadmořskou výšku na závětrné straně, než teplota na straně návětrné. Dále je zde faktor odlišné teploty rosného bodu (což je dobře znázorněno na obr. 9), která je zpravidla nižší v závětrří než v návětrří, což právě spolu s celkově vyšší teplotou vzduchu v závětrří podmiňuje vznik silně nenasyceného vzduchu vodní párou a tudíž nižší pravděpodobnost tvorby oblačnosti a srážek (oproti návětrří).



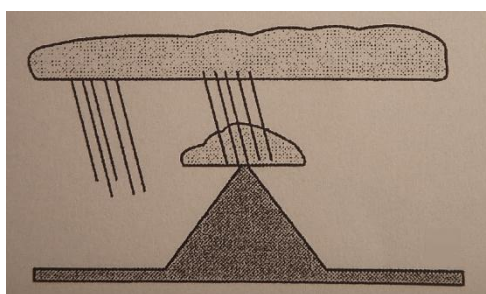
Obr. 9 Orografický výstup vzduchu, tvorba oblačnosti a srážkového stínu
(upraveno podle: Ahrens; Horne, 2000, s. 118)

Na rozdíl od srážkového stínu typického pro závětrnou stranu horského pásma rozeznáváme také tzv. orografické zesílení srážky (obr. 10), které je vázáno především na stranu návětrnou a vrcholné partie pohoří a na již výše zmíněné vynucené výstupy vzduchu. K tomuto zesílení dochází tedy tak, že vlhký vzduch, jak stoupá po návětrném svahu směrem nahoru, se s rostoucí nadmořskou výškou ochlazuje a může dosáhnout hladiny kondenzace, čímž dojde ke tvorbě oblačnosti, příp. i srážek. Srážky jsou pak „zesíleny“ tím, že vzduch nemůže jednoduše přejít přes členitou horskou překážku a většina srážek vypadne na návětrných svazích a ve vrcholových partiích. Při výstupu vzduchu po svahu nahoru může docházet rovněž k zesílení tvorby srážek horizontálních – námrazy aj., pokud je zemský povrch dostatečně prochlazený a vzduch dostatečně vlhký. Celkově může orografická překážka podmiňovat i vyšší úhrny atmosférických srážek tím, že jakoby pozastaví frontální a cyklonální systémy, čímž způsobí, že se frontální oblačnost a srážky vyskytují déle nad stejným územím.



Obr. 10 Orografické zesílení atmosférických srážek
(zdroj: Řezáčová et al., 2007)

Dalším efektem souvisejícím se zesílením atmosférických srážek, je tzv. seeder-feeder efekt (obr. 11), neboli z anglického „rozsévač-krmič“. Tento efekt tkví v tom, že se nad orografickou překážkou vyskytuje vyšší oblačnost (S-zóna) a pod ní orografická oblačnost (F-zóna). Spodní vrstva by za normálních podmínek atmosférické srážky produkovala buď jen omezeně, nebo vůbec, ale vzhledem k tomu, že do této vrstvy propadají srážkové částice z vrchní oblačnosti (seeder), obohacují oblačné částice spodní vrstvy (feeder), s nimiž se shlukují, spojují (koalescencí či agregací), čímž ve výsledku dochází k tvorbě většího množství atmosférických srážek (než bez tohoto efektu). Tento jev však bývá meteorologickým radarem často významně podhodnocován.

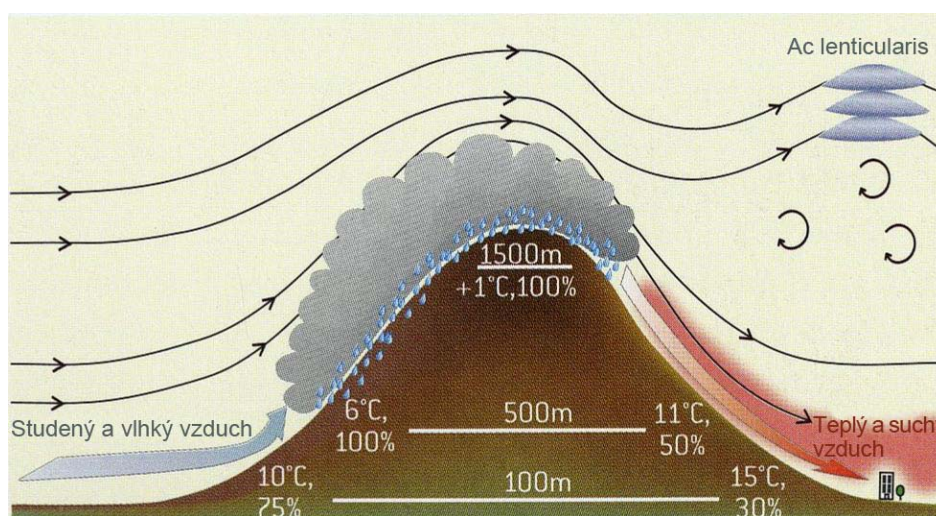


Obr. 11 Seeder-feeder efekt (zdroj: Řezáčová et al., 2007)

Kromě dopadů orografie na prostorové rozložení a úhrny atmosférických srážek existuje též orografií podmíněný **vznik místních cirkulací**. Jedná se především o bórů, horské cirkulace (svahový a horský vítr), fén a jezera studeného vzduchu. Zmiňme zde ale pouze proudění, které souvisí se srážkami – fénové (z německého „föhn“).

Fénové proudění (orografický fén) se vyznačuje jako teplý a suchý nárazovitý katabatický (padavý) vítr na závětrné straně pohoří. Pro jeho vznik je nezbytná dostatečná rychlost přechodu vzduchu přes horskou překážku. Na návětrné straně dochází k výstupu vzduchu s přibližně adiabatickým ochlazováním (viz výše – vynucené výstupy). Ovšem dojde-li při tomto výstupu k dosažení hladiny kondenzace, začne se tvořit pro fén typická oblačnost, ze které mohou vypadávat atmosférické srážky. Ze závětrné strany tak pozorujeme tzv. *fénovou zed'* nad pohořím. Vystupuje-li ovšem vzduch ještě výše až nad kondenzační hladinu, ochlazuje se nasyceně adiabaticky (s teplotním gradientem menším než 1 °C na 100 m výšky). Na závětrné straně

začne pak vzduch sestupovat, suchoadiabaticky se oteplovat (s teplotním gradientem $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ na 100 m výšky) a oblačnost se začne rozpouštět (vlivem snížení relativní vlhkosti vzduchu). V důsledku tohoto pseudoadiabatického děje a tedy odlišných teplotních gradientů, dojde v závětrí k relativnímu oteplení vzduchu oproti návětrné straně (teplý, suchý vzduch proudící z hor do údolí je zde tím teplejší, čím byla orografická bariéra vyšší). I oblačnosti je v závětrí méně, dokonce může vzniknout tzv. *fénové okno*, které představuje pás projasnění (většinou rovnoběžný s horským pásmem). Tento jev bývá typický pro okrajové úseky cyklón. Fénový efekt tedy hraje rovněž roli v prostorovém rozložení atmosférických srážek, jak je znázorněno na obr. 12.



Obr. 12 Fénové proudění a jeho vliv na prostorové rozložení srážek (upraveno podle: Clappier, 2011)

Ukázali jsme si, že hlavním účinkem orografie na atmosférické srážky je ovlivnění jejich prostorového rozložení (v případě srážkového stínu či fénového okna) a jejich úhrnů (zesílení atmosférických srážek). Celkově dochází zpravidla k největšímu zesílení srážek v té části atmosféry, která se nachází kolem jednoho kilometru nad daným zemským povrchem v případě vlhkých a rychle se pohybujících vzduchových hmot. Obecně platí, že k zesilování atmosférických srážek dochází pouze do určité nadmořské výšky, která leží u orografických celků ve většině případů výš než v nížinách, od ní nahoru naopak srážek ubývá, pak hovoříme o tzv. inverzi srážek. Podle Barryho a Chorleye (2003, s. 89) největší zesílení atmosférických srážek nastává v zimě ve středních zeměpisných šířkách v nadmořské výšce kolem $1\,500\text{ m n. m.}$ a naopak okolo $3\,000\text{ m n. m.}$ v létě. Je zde tedy patrná i časová variabilita, resp. určitý roční chod.

Tato podkapitola nám poskytla základní přehled o tom, jak orografie ovlivňuje atmosférické srážky. Především způsobuje zesílení atmosférických srážek na jedné straně (na návětrí a ve vrcholových partiích) a jejich zeslabení na straně druhé (závětrné), čímž přispívá k naprosto specifickému rozložení atmosférických srážek, a to hlavně prostorovému (časovému v menší

míře) oproti situaci bez překážky. Za tím vším stojí rozmanitá kombinace faktorů (viz předešlé subkapitoly a kap. 2.4.1), která způsobuje naprostou výjimečnost atmosférických dějů ve vztahu k horským pásmům, a také složitost vztahu orografie k rozložení atmosférických srážek.

Nyní však věnujme pozornost dvěma důležitým termínům, které souvisejí s prostorovým a časovým rozložením atmosférických srážek – ombrické oceánitě a kontinentalitě.

2.5 Ombrická oceánita a kontinentalita

Tato subkapitola vychází zejména z (Sobíšek et al., 1993; Zíková, 2009 a Sládek, 2005) podává základní a stručné vysvětlení pojmů ombrické (srážkové) oceánity a kontinentality. Ombrická kontinentalita je hodnocena v praktické části této práce (viz kap. 4, 5).

Oceánita je „*souhrn vlastností podnebí podmíněných působením oceánu na procesy utváření podnebí*“ (Sobíšek et al., 1993, s. 204). Obecně by se dalo říci, že vliv oceánu klesá s rostoucí vzdáleností dané vnitrozemské lokality od oceánu (podstatnou roli však hraje výše zmíněná orografie, resp. členitost reliéfu ve vztahu k převažujícímu proudění vzduchu). Ombrická oceánita vyjadřuje tu část charakteristiky podnebí spjatou s vlivem oceánu, která se váže na *atmosférické srážky*. Pro oblasti oceánické, tedy oblasti s daleko silnějším vlivem oceánu než pevniny, je typická bohatost na atmosférické srážky s jejich relativně rovnoměrným rozložením po celý rok, i když s nepatrnou dominancí srážek podzimních a zimních (hovoříme-li o pobřeží západní Evropy). Většinou tyto oblasti vykazují právě vlivem oceánu (nepočítajíc zde případ studených mořských proudů zmíněný v kapitole 2.2.2) logicky vyšší vlhkost vzduchu, což podmiňuje větší tvorbu oblačnosti a tím i atmosférických srážek. Přeneseně můžeme o ombrické oceánitě hovořit rovněž v horských oblastech, které se zpravidla vyznačují také většími úhrny atmosférických srážek (viz orografické zesílení srážek v kap. 2.4.2) a jejich rovnoměrnějším rozložením v průběhu roku.

Na rozdíl od oceánity představuje kontinentalita takovou specifickou vlastnost klimatu, která je zapříčiněna převažujícím vlivem kontinentu nad danou oblastí. Tato vlastnost vyplývá z přeměny některých charakteristik vzduchových hmot při jejich přechodu z oceánu nad pevninu a postupu dále nad pevninou. Ombrická kontinentalita klimatu, též někdy označovaná jako hygrická kontinentalita, je taková vlastnost podnebí, která souvisí s *množstvím srážek* popř. jejich rozložením v roce, jejich ročním chodem. Postupujeme-li od oceánu směrem nad pevninu a dále do nitra kontinentu, atmosférických srážek obecně ubývá (nevyskytují-li se větší vodní plochy či rozsáhlá horská pásma – viz výše). Co do ročního chodu atmosférických srážek se obecně směrem do nitra pevniny období srážkového maxima přesouvá z podzimních a zimních měsíců do jarních a letních a roční amplituda srážek je výrazně rozkolísanější (větší), než je tomu v případě ombrické oceánity.

Přechod mezi oběma zmíněnými typy – (ombricky) ryze oceánickým a ryze kontinentálním klimatem nemusí být jednoznačný, naopak bývá většinou pozvolný. Proto se někdy můžeme setkat s pojmem přechodného neboli tranzitního klimatu, který vyjadřuje právě přechodnou zónu mezi oběma typy – ani jeden z typů výhradně nedominuje.

To, jak je či není klima kontinentální, resp. oceánické, bývá nejčastěji vyjadřováno tzv. stupněm kontinentality podnebí, který slouží de facto k popisu variability podnebí. V případě atmosférických srážek pak hovoříme o tzv. stupni ombrické kontinentality. Způsobů, jak jej lze vyjádřit a tedy i metod jeho určování, existuje celá řada, proto v práci použijeme jen některé (kap. 4).

V této rozsáhlé kapitole jsme se seznámili se základními pojmy a také s tím, jak některé faktory ovlivňují na různých úrovních prostorové a časové rozložení atmosférických srážek. Vzhledem k tomu, že pro tuto práci byla vybrána oblast pohoří Vogéz jako jeden z příkladů vlivu orografie na rozložení atmosférických srážek (Vogézy, francouzské pohoří ležící v severovýchodní Francii), věnujme nyní další kapitolu jejímu přiblížení – popisu fyzicko-geografických charakteristik této lokality (viz následující kapitola – kap. 3).

KAPITOLA 3

Fyzicko-geografická charakteristika Vogéz

V této kapitole obecně nastíníme základní fyzicko-geografické charakteristiky pohoří Vogéz a jeho okolí. Mezi ně můžeme zařadit geologické vlastnosti a vývoj, hydrologické podmínky, podnebí, převažující půdy a vegetační kryt. Toto rozčlenění bude rovněž odpovídat následujícímu pořadí jednotlivých subkapitol po úvodu. Důvodem zařazení třetí kapitoly do této práce je popsat zájmové území, jímž jsou právě Vogézy a okolí, aby bylo možné lépe chápat atmosférické děje ve vztahu k Vogézám jako celku, tedy komplexně. Zajímavé by jistě bylo zkoumat také sociálně-geografické aspekty studované oblasti, ale to je již nad rozsah této práce.

Jednotlivá odvětví fyzické geografie byla ve Vogézách zkoumána mnoho autory, zde však se omezíme jen na některé vybrané. Následující text bude tedy vycházet zejména ze šesti zdrojů literatury, jakými jsou (Gley, 1867; „Alsatia“, 1932; Ernst, 1988; Paul, 1995; Sell, 1998 a Météo-France, 2008).

3.1 Úvod

Vogézy představují pohoří, které se rozprostírá v severovýchodní Francii (obr. 13) na území



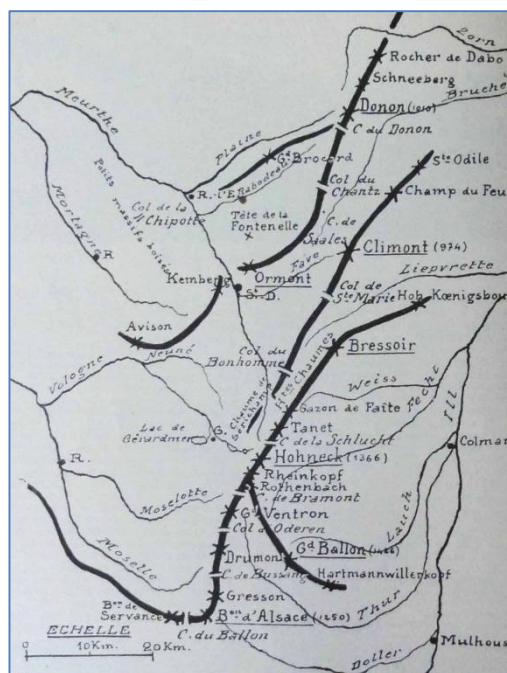
tří francouzských regionů: Alsaska, Lotrinska a Franche-Comté. Jejich nejvyšší vrchol se nazývá Grand Ballon (německy Grosser Belchen), někdy též označovaný jako Ballon de Guebwiller podle nejbližší obce od vrcholu. Tento vrchol dosahuje výšky 1 424 m n. m. (starší prameny uvádějí 1 426 m n. m.) a je označován spolu s některými dalšími vogézskými vrcholy (např. Ballon d'Alsace, Petit Ballon) jako „ballon“ podle jeho sférického tvaru (i když na straně přivrácené k Rýnské nížině to neplatí - zde jsou svahy strmé), či méně pravděpodobně podle keltského boha slunce Belena.

Obr. 13 Vogézy, poloha v rámci Evropy
(zdroj dat: www.geomapapp.org)

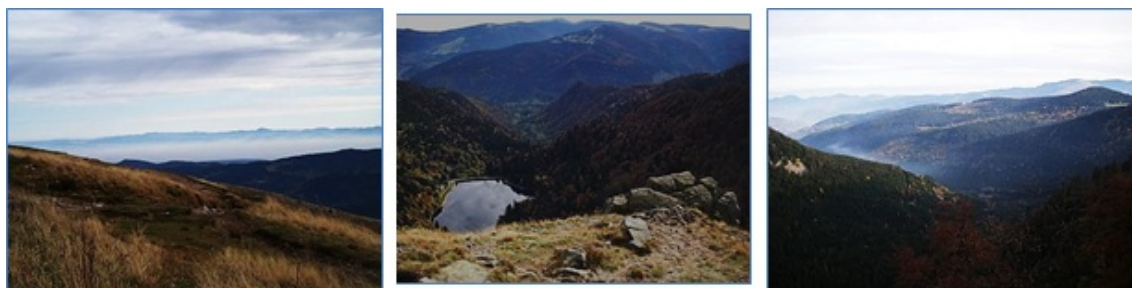
Název tohoto pohoří Vogézy (francouzsky „Vosges“) byl pravděpodobně znám už za doby Antiky, doby Římanů, což nám dokládá hned několik písemných zázpisů zmiňujících se o bohu Vosegovi panujícímu v temných, divokých lesích. Odedávna Vogézy představovaly jakousi přirozenou přírodní hranici, ať už mezi Keltskou říší a Římskou říší, či později mezi Francií a Německem. Dnes, resp. od konce první světové války a následně po druhé světové válce, Vogézy tvoří přirozený předěl mezi Lotrinskem a Alsaskem (dvěma francouzskými regiony).

Jak můžeme vidět na obr. 14, pro Vogézy je typická orientace pohoří spíše v poledníkovém směru, resp. přesněji: jedná se o pohoří tyčící se vůči světovým stranám ve směru JJZ-SSV. Vrcholky nejsou tvořeny špičatými skalisky, jako je tomu např. v Alpách, ale spíše erozí relativně denudovanými vrcholy nebo hřebeny. Pohoří je dále značně asymetrické – od jihu na sever se jeho nadmořská výška postupně snižuje a západní svahy jsou pozvolné na rozdíl od velmi strmých východních svahů (někdy až srázů). Na východ od Vogéz se rozprostírá Rýnská nížina, pro niž je typická velmi nízká nadmořská výška (do 200 m n. m.), což ne až tak vysokým Vogézám přidává na monumentalitě.

Pohoří Vogéz je hojně turisticky navštěvováno, a to nejen pro specifickou krásnou přírodu a možnost uspokojit jak sportovce, tak laiky, ale také, a to asi hlavně, pro krásné výhledy (obr. 15), které díky převážně nezalesněným vrcholům poskytuje na Rýnskou nížinu, Černý les, pohoří Jura, Lotrinsko a při dobré viditelnosti také na švýcarské Alpy. Dokonce zde, na vrcholku Markstein (1266 m n. m.), byl v roce 1999 pořádán Světový pohár v paraglidingu. V zimě byl tamtéž pořádán Světový pohár v lyžování (v roce 1983 a roce 1987). Vogézy totiž se založením lyžařského klubu už v r. 1896 představují jednu z kolébek francouzského soutěžního lyžování. Název Vogézy nese rovněž stejnojmenný department situovaný v pohoří, v této práci však pojmem Vogézy rozumějme pohoří, nikoliv department.



Obr. 15 Poloha hlavních hřebenů Vogéz
(zdroj: Troux; Quillé, 1951, s. 8)



Obr. 14 Tři pohledy na typickou krajinu Vogéz s výhledy na (zleva) Černý les, Grand Ballon a údolí Munster z průsmyku Schlucht a blízkosti Honnecku, 1 363 m n. m.
(zdroj: fotografie pořízené 29. 10. 2011)

3.2 Geologie

Co se týče geologické minulosti Vogéz, už v prekambriu (4 700 mil. let - 600 mil. let) a poté také v prvohorách se na území nynějšího pohoří několikrát vytvořily horské štíty, které však byly zcela zerodovány a později zaplaveny mořem (v období kambria). Jediné, v té oblasti poslední, prvohorní **hercynské vrásnění** zde zanechalo pozůstatky až do dnešní doby. To způsobilo vznik nového pohoří (cca před 340 Ma), tehdy tvarově odpovídajícího zhruba dnešním Alpám. Vrásnění bylo dokončeno kolem 280 Ma BP. Během tohoto procesu došlo ke vzniku žulových masivů, které dnes vystupují na povrch na jihu Vogéz. Podél zlomů pak docházelo k vulkanické činnosti, jejímž svědectvím je červeno-fialový porfyr, někdy používaný ke stavbě hradů. Po hercynském vrásnění dochází opět k erozi, a tím k denudaci povrchu, jejíchž důsledkem je **peneplén**, který dnes tvoří **podloží Vogéz**.

Období druhohor je v této oblasti zpočátku ve znamení aridního a následně vlhkého tropického klimatu, kdy je území protkáno mnoha vodními toky, které v oblasti usazují naplaveniny, převážně písky, jež se posléze konsolidují. Tak vzniká ve spodním triasu (250-245 Ma BP) pro oblast typická načervenalá hornina „**vogézský pískovec**“ (francouzsky „*grès vosgien*“, německy „*buntsandstein*“).



Obr. 16 Vogézský pískovec
(zdroj: <http://agbp.zumablog.com/>)

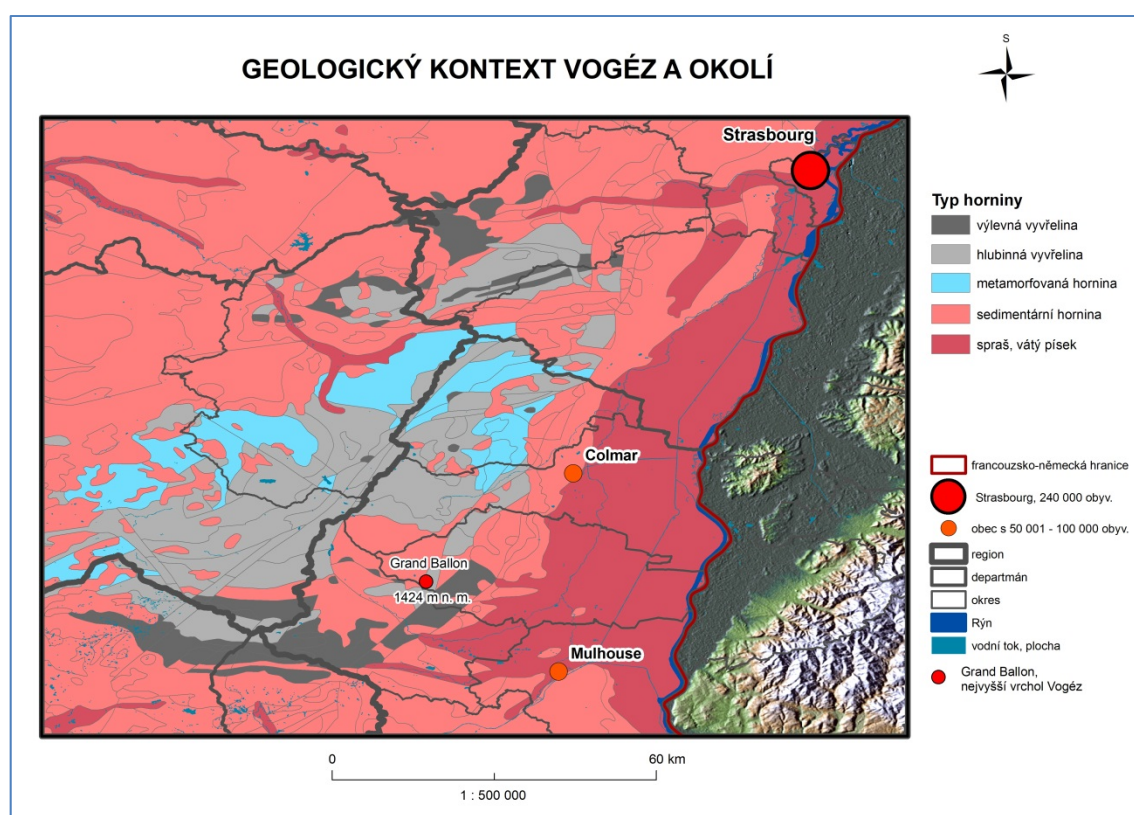
Za svou barvu vděčí obsaženému oxidu železa (obr. 16). Tento pískovec později také posloužil jako příhodný stavební materiál pro mnohé katedrály a jiné významné stavby (např. poutní místo, resp. klášter sv. Otýlie). Dodnes je tento typ pískovce rozšířen hlavně na severu Vogéz - v „Pískovcových Vogézách“ (*Vosges Gréseuses*). Zde pískovce dosahují mocnosti až 500 m. Později ve druhohorách dochází k transgresím moře, které ustávají s koncem jury (140 Ma BP).

Snad nejvýznamnějším obdobím pro Vogézy jsou třetihory, kdy dochází k reaktivizaci zlomů v souvislosti s alpínským vrásněním (počátky kolem 40-60 Ma BP), které způsobuje **vznik příkopové propadliny** (obr. 13) na východ od Vogéz, dnešní Hornorýnské nížiny, od Bazileje po Frankfurt nad Mohanem. Toto propadání, které je nejintenzivnější v období oligocénu (34-23 Ma BP) a nejbližší k dnešním Alpám, je po stranách doprovázeno **výzdvihem** tzv. **hrástí** s celkovým tehdejším převýšením 2 300 m - Vogézy na jedné, západní straně příkopu a Černý les (*Schwarzwald*) na straně druhé, jihovýchodní (část pohoří viz obr. 17). To nám podává vysvětlení, proč se obě tato pohoří postupně svažují ve směru jih-sever (na severu jsou tlaky nejméně intenzivní) a také proč jsou svahy odkloněné od propadliny mírnější, zatímco svahy k ní přilehlé velmi prudké (propadlina se postupně prohlubuje, ale zároveň jakoby rozpíná). K poklesu, resp. výzdvihu v oblasti dochází dodnes (0,1 mm/rok), o čemž svědčí relativně stálá seismická aktivita - k nejhoršímu zemětřesení o magnitudu 4,9 stupňů Richterovy škály došlo ve 20. stol. dne 15. 7. 1980 (Préfecture du Haut-Rhin, 2010, s. 112).

Vodní eroze, která následovala po těchto prudkých dějích, způsobila na některých místech obnažení hercynského podloží.

V kvartéru během pleistocénu (2,5 Ma – 11 500 BP) docházelo ke střídání dob ledových a meziledových. Vogézy byly v glaciálech občasně pokryty horským ledovcem, o čemž svědčí dodnes dochovaná ledovcová údolí, kary či kamenná moře, příp. jezera hrazená morénou (např. *Longemer*). V interglaciálech převažovaly stepi, které byly činností větru pokryty jemným vápnitým prachem, ze kterého pak vznikla **spraš**, typický pokryv Hornorýnské nížiny někdy až 30 metrů mocný.

Dnešní geologickou situaci můžeme vidět na obr. 17.



Obr. 17 Geologická mapa Vogéz a okolí (zdroj dat: OneGeology.com, 2010)

Podle dnešního geologického dělení Vogéz, rozlišujeme **Vogézy pískovcové**, které se rozprostírají hlavně v severní části pohoří, a také území tzv. vysokých Vogéz (poblíž „ballons“), jak je patrné z geologické mapy (obr. 17). Dále vyčleňujeme **Vogézy krystalinické** (někdy označované hercynské), které zaujímají hlavně jižní část pohoří s převažující horninou - žulou, a rovněž střední Vogézy tvořené opět žulou, i když převážně jejími metamorfity (rulou).

3.3 Vodstvo

Území Vogéz patří hydrologicky ke dvěma úmořím, většina oblasti k úmoří Severního moře a relativně menší část k úmoří Středozemního moře. Ve Vogézách pramení vodní toky, které celkově za rok odvedou $2,4 \cdot 10^9$ m³ vody, tj. průměrný roční odtok činí 76 m³/s (Ernst, 1988, s. 7). Z hlediska odtokového režimu se jedná v nižších polohách o vodní **toky oceánské dešťové**, tedy odtokový režim jednoduchý, pro nějž je typická malá rozkolísanost toku. Hlavním zdrojem vodnosti jsou hlavně zimní atmosférické srážky, k maximu vodnosti dochází na konci zimy (zejména v únoru) a k minimálním vodním stavům na konci léta (Netopil, 1965). Ve vyšších polohách bychom hovořili spíše o odtokovém režimu komplexním - **dešťovo-sněhovém**, jehož zdrojem vodnosti jsou jak atmosférické srážky, tak tající sníh na jaře, což způsobuje dvě maxima vodnosti během roku (jedno v zimě a druhé na jaře). Do prvního typu bychom zařadili většinu vodních toků tekoucích ve směru od hřbetnice Vogéz na západ, kde k nejvýznamnějším patří nepochybně Máza (*Meuse*) tekoucí přes Vogézy dále až do Severního moře, Mosela pramenící u průsmyku Tay ve Vogézách a vlévající se u města Koblenz v Německu do Rýna a následně opět do Severního moře (ve Vogézách u Dononu pramení rovněž její přítok řeka Saar s ústím u Trevíru za Saarbrückenem). Z Vogéz rovněž odtékají přítoky řeky Saône, která pramení jihozápadně od pohoří ve Vioménilu a vlévá se v Lyonu do Rhône (do Středozemního moře). Nutno ještě podotknout, že návětrná strana Vogéz disponuje daleko hustší hydrografickou sítí, než strana závětrná, což je dáno především vyššími úhrny srážek, které se zde vyskytují. Vodní toky pramenící ve směru na východ od hřbetnice Vogéz (např. Bruche, Weiss a Thur, která pramení u Wildensteinu) představují přímé či nepřímé přítoky Rýna, hlavní řeky Hornorýnské nížiny (podružnou je pak na francouzské straně řeka Ill, jež se do Rýna vlévá za Strasbourgem).

Dále by bylo možné vogézké toky rozdělit podle místa vzniku a jejich vlastností na toky jižních a středních Vogéz; a na toky severních Vogéz. Pro ty první, kde jsou vyšší úhrny srážek a relativně málo propustné podloží tvořené hlavně žulou, rulou a slínem, jsou charakteristické vyšší hodnoty odtoku (4-7 m³/s) a spíše bystrinné chování s relativně častými (hlavně v zimním období) a rychle kulminujícími povodněmi. Ty vyplývají z vysokého spádu toků (velký rozdíl nadmořských výšek mezi horským hřbetem a Hornorýnskou nížinou – klidně i 1 200 m a strmé svahy až srázy na této straně pohoří). K jedné z posledních povodní došlo např. na přítoku řeky Thur *Steinbyrunz* v Thann dne 16. 12. 2011 (L'Alsace, 2011). Oproti tomu vodní toky severních Vogéz, jejichž podloží je tvořeno hlavně mohutnou vrstvou vysoce propustného pískovce a na něž dopadá zpravidla méně srážek, vykazují daleko nižší odtok (i pod 1 m³/s). K povodním zde dochází mnohem méně často.

Co se týče vodních ploch, v pohoří Vogéz se setkáme jak s jezery, tak **vodními přehradami** (např. *Alfeld*). **Jezera** jsou převážně **ledovcového původu**, např. hrazená morénou (viz výše; kap. 3.2) jako jezero Corbeaux, jezero *Longemer* o rozloze 75 ha a s hloubkou 35 m a 116 ha

velké a až 40 metrů hluboké jezero Gérardmer bohaté na sladkovodní ryby typické pro region, jakými jsou pstruh duhový, štika či okoun. Dále se spekuluje o jezerech vulkanického původu, protože např. jezero Retournemer je kruhového tvaru.

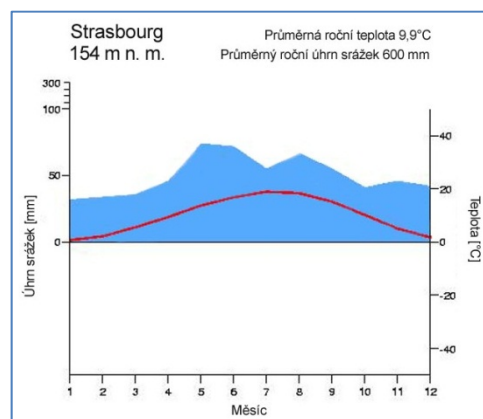
3.4 Klima

Tato podkapitola zabývající se podnebím (a sezónně převažujícími typy počasí) bude o něco obsáhlejší vzhledem k přímé vazbě na téma práce.

Vogézy představují de facto **hranici mezi mírným podnebím oceánickým**, které panuje v Pařížské pánvi, a **přechodným**, jež je typické pro Hornorýnskou nížinu a vyznačuje se už kontinentálními prvky, jakými jsou (viz kap. 2.5) např. velké rozdíly teploty vzduchu, v případě Strasbourgu skoro až 20 °C (vycházíme-li z průměrné měsíční teploty vzduchu; viz obr. 18), a období srážkového maxima situovaného na jaře a v létě.

Podnebí pohoří určuje hlavně nadmořská výška a expozice svahů vůči záření a převažujícímu proudění vzduchu. Setkáme se zde rovněž s různým mikroklimatem, které vzniká vlivem zmíněných faktorů a také výraznou členitostí reliéfu. Vliv vegetačního pokryvu se zde uplatňuje pouze v zanedbatelné míře.

Nadmořská výška způsobuje hlavně rozdíly v průměrné teplotě vzduchu, která se v pohoří Vogéz snižuje s průměrným vertikálním teplotním gradientem 0,5 °C na 100 metrů výšky (Sell et al., 1998, s. 32). Tento gradient se však v průběhu roku mění, a to průměrně od 0,2 (pro prosinec) do 0,7 °C/100 m výšky (v dubnu). Celkově tedy bývá průměrná roční teplota vzduchu pro nadmořskou výšku 800 m n. m. udávána 7 °C a pro výšku 1 200 m n. m. 5 °C.



Obr. 18 Klimadiagram pro Strasbourg
(upraveno dle: <http://www.klimadiagramme.de/>)

Z hlediska **počasí**, aneb krátkodobého stavu atmosféry (Sobíšek et al., 1993), ke změnám dochází průměrně po třech až pěti dnech. Pro oblast je typické převažující cyklonální počasí (průměrně po dvě třetiny roku). *Jaro* bývá značně proměnlivé (obdobně jako v ČR) s relativně pro člověka méně příznivým počasím ve Vogézách oproti Hornorýnské nížině, léta se odlišují rok od roku. V létě, po dobu několika dní, převládá někdy anticyklonální počasí s maximální teplotou vzduchu (ve 14 hod) i kolem 25-28 °C na vogézských vrcholcích a v Hornorýnské nížině dokonce 30-35 °C, výjimečně až 40 °C. Pro *léto* jsou rovněž typické tzv. bouřky z tepla, kdy je vlivem přísunu mořského instabilního vzduchu do střední až horní vrstvy troposféry zesílena konvekce teplého vzduchu z nižších vrstev právě lokálně podmiňující tvorbu bouřek. Na počátku *podzimu*, na přelomu září a října, dochází častěji a na delší dobu k anticyklonálnímu

typu počasí (obdoba našeho „babího léta“). Tehdy bývá slunečno a teplo, avšak s postupně se prodlužující délkou noci se prodlužuje i doba výskytu mlh v konkávních tvarech reliéfu a Hornorýnské nížině. Vogézy tak bývají později na podzim, hlavně v říjnu, v porovnání s Hornorýnskou nížinou často teplejší a více dotovány slunečním zářením. Dochází totiž často k inverznímu typu počasí, který může přetrvat až několik dnů či týdnů. V nížině tedy panují až několikadenní mlhy (průměrně se zde za rok vyskytne 70 dní s mlhou), nízká oblačnost (za rok tvoří efektivní trvání slunečního svitu pouze 36 % z maximálního možného), zatímco hory se těší slunečnému počasí a vyšším denním teplotním maximům (nad 500-700 m n. m.). Listopad už připomíná spíše *zim* než podzim. První sněhové přehánky, ke kterým může dojít už v říjnu, přijdou většinou od severozápadu a vyskytují se ve vyšších polohách pohoří. Průměrná doba trvání sněhové pokrývky se mění s nadmořskou výškou (65 dní pro výšku okolo 750 m n. m. a 130 dní pro výšku kolem 1 100 m n. m.). S rostoucí nadmořskou výškou roste též počet mrazových dní, tj. kdy se minimální denní teplota vzduchu dostává pod 0 °C (kolem 1 000 m n. m. 120 dní, v nejvyšších polohách cca 160 dní). Nutno podotknout, že se „tuhé“ mrazy, resp. arktické dny (s průměrnou maximální denní teplotou vzduchu menší než -10 °C), vyskytují v naprosté většině v Hornorýnské nížině spíše než ve Vogézách (vyjma mrazových kotlin). U některých maloplošných lokalit, zejména severně exponovaných a konkávních, může sněhová pokrývky vydržet až do června; zde má vliv exponovanost svahů a tvar reliéfu (kap. 2.4.1). Tání sněhu bývá spjata se západním prouděním pod přílivem teplého a vlhkého vzduchu od oceánu.

Celkově, pokud dochází k přílivu rychle se pohybujících mořských vzduchových hmot od západu, pohoří Vogéz bývá zahaloováno hustou oblačností a vítr dosahuje na vrcholcích často až rychlosti 30 m/s a více. Oproti Vogézám, které v tu dobu zadržují oblačnost a atmosférické srážky, Hornorýnská nížina bývá pod vlivem fěnu (kap. 2.4.2), v ní tedy panuje relativně slunečné a teplé počasí.

Jak již bylo zmíněno výše, Vogézy tvoří jakousi hranici mezi oceánickým podnebím na západ od pohoří a přechodným na východ od něj. Pro samotné pohoří platí, že s rostoucí nadmořskou výškou, roste též „oceánita“ klimatu. Tato „oceánita“ se projevuje relativně nižší roční amplitudou teploty vzduchu oproti okolí (nad 1 000 m n. m. méně než 15 °C). Dále se zde uplatňuje vliv orografie na atmosférické srážky (viz kap. 2.4). Vogézy, vzhledem k jejich ose blížící se poledníkovému směru, představují překážku převažujícímu západnímu proudění vzduchu, jež je typické pro západní a střední Evropu. Proto v Hornorýnské nížině, jež se nachází v závětrí tohoto pohoří (vítr zde dosahuje průměrné roční rychlosti 2,5 m/s) dominují hlavně větry ve směru sever (severoseverovýchod) až jih (jihojihozápad) a obráceně. Dalším příkladem pak může být tvorba srážkového stínu (kap. 2.4.2), kdy jsou Vogézy daleko vlhčí (dotovány mnohdy i více než 2 000 mm atmosférických srážek za rok) než Hornorýnská nížina (s ročním úhrnem srážek pod 500 mm). Jak uvádí Sell et al. (1998, s. 33): „*Nikde ve Francii nenarazíme na tak výrazný srážkový gradient, v řádu 1 500 mm na 25 km, jako na západ*“.

od Colmaru.“ (přeloženo z francouzského jazyka; poloha Colmaru viz obr. 17). Výrazná je pro lokalitu rovněž meziroční variabilita srážek, ale detailněji o atmosférických srážkách v práci až později (kap. 5).

Poznámku by si zasloužila také **otázka globální**, resp. v případě pohoří Vogéz a okolí regionální **změny klimatu**. Söder et al. (2009) dokazují, že se oblast jižního Německa otepluje (v období od 1930 do 2005 vzrostla průměrná roční teplota vzduchu o 0,8-1,3 °C - nejvíce ale od 90. let 20. století) a extrémizuje (čtetěji dochází k extrémním jevům – letní sucha, zimní povodně a vichřice). Dále stejní autoři na základě klimatického modelu IPCC A1B (ten počítá s velkým ekonomickým růstem a rovněž poměrně rychlým nástupem nových technologií vyrovnávajících podíl fosilních a jiných zdrojů energie) očekávají, že se daná oblast do roku 2050 oteplí o 0,8-1,7 °C (nejvíce v zimě) a že se zimní úhrny srážek zvýší o 35 % (to vše oproti období 1971-2000). Tedy celkově by mělo dojít k oteplení hlavně v zimním období (od prosince do února), které by mělo být též vlhčí, léta by naopak měla častěji trpět suchem, ale na druhé straně také náhlými prudkými dešti. Tito autoři poukazují rovněž na to, že se takovéto změny týkají i Černého lesa. Můžeme se tedy domnívat, že se podobně dotknou také Vogéz vzdálených někdy pouhých 50 km.

3.5 Půdy, vegetace, zvířena

Pestrost hornin Vogéz se odráží také v půdách, resp. jejich rozmanitosti. Obecně se zde na rozdíl např. od půd ekvatoriálních setkáme s **půdami relativně mladými**, ne moc vyvinutými ani hlubokými, které vznikají až od ukončení poslední doby ledové, tedy v holocénu, a nejsou tak starší než cca 11 500 let.

Ve Vogézách se tedy můžeme nejčastěji setkat (Chambre d'Agriculture des Vosges, 2012; Němeček et al., 2001) s *aluviálními půdami* (na pláních a v lesích), *červenými rendzinami* (mělké, vápnité, vhodné pro zemědělství), *eutrofními hnědozeměmi* (těžké, jílovité, nepropustné), *vápnitými hnědozeměmi* (obdoba předchozích, ale s lepší strukturou vhodnou pro zemědělství), v nejvyšších polohách s *rankery* (od 1200 m n. m., na žule) a v podhůří také s různými typy kyselých *podzolů* (600-1000 m n. m., i když některé typy již od nižších poloh; na žule příp. vogézském pískovci). Nutno podotknout, že ačkoliv půdy ve Vogézách spíše nejsou vzhledem k jejich relativní neúrodnosti pro zemědělství vhodné, situace v Hornorýnské nížině je zcela opačná. Tam se vyvinuly půdy **sprašové**, které se vyznačují naopak vysokou úrodností a pro zemědělství jsou vynikající.

Zdejší vegetace odráží podmínky nejen přírodní (klimatické, pedologické), ale rovněž antropogenní. Proto se ve vrcholových partiích Vogéz spíše než s hustými lesy (ze kterých vznikl i samotný název Vogézy, jak bylo zmíněno v kap. 3.1) setkáme s **holými pláněmi**, resp. loukami, místy spásanými převážně skotem, jejichž vznik zde způsobil člověk nadměrnou pastvou a dalšími nevhodnými zemědělskými postupy. Odkryl však zároveň také již popsané

krásné výhledy (obr. 15) obdobně jako v našich Orlických horách. Avšak vogézké svahy si lesnatost převážně uchovaly, nikoliv ale původní skladbu dřevin (intenzivní lesní hospodaření s výhradní výsadbou smrku, jedle a borovice na úkor buku a dubu se zde podepsalo od doby průmyslové revoluce na konci 19. stol.). Na svazích tak ve vyšších polohách najdeme hlavně borovici, smrk a buk, v nižších (včetně údolí) pak dub, buk, habr, javor či břízu. Celkově by se tedy dalo říci, že **buk** představuje asi nejčetnější dřevinu ve Vogézách vůbec, jeho přítomnost je totiž silně spjata s přísunem velmi vlhkých vzduchových hmot od Atlantiku, i když je ovlivňována také expozicí svahů. Bylinné a keřové patro ve vogézských lesích je pod buky relativně málo pestré. Listy zabraňují průniku světla. Proto se zde setkáme hlavně s **borůvčím** (rostlinný znak Vogéz, druhým je pak narcis), kapradinou či vřesem. Na některých velmi vlhkých místech dokonce můžeme narazit na rašeliniště či masožravou rostlinu rosnatku, které se zde usadily po ústupu ledovce. Bývalý ledovcový kar, dnešní přírodní rezervace *Frankenthal*, si naopak zase uchoval některé ryze *preholocénní* rostlinné druhy (např. zde chráněný koniklec alpský bílý *pulsatilla alba*). Co stojí ještě za zmínku a upoutá zrak Čecha, je to, že se ve Vogézách, hlavně v severní části, často vyskytuje také **kaštanovník jedlý** (obr. 19), pro tamější region ekonomicky zcela významný (kaštany jsou široce zpracovávány především potravinářsky a také exportovány).



Obr. 19 Kaštanovník jedlý
(zdroj: fotografie ke 2. 10. 2011)

Podíváme-li se na faunu, horské odkryté louky hostí kromě pasoucího se skotu, příp. ovcí, mnohé druhy hmyzu (motýli apod.). V lesích se pak můžeme setkat s reintrodukovaným **rysem ostrovidem** či **kamzíkem** a běžně žijící vysokou zvěří (např. jelenem, srncem, prasetem divokým). Někdy se sem zaběhne z nedalekého pohoří Jury dokonce i vlk. Z vysoké zvěře bychom neměli opomenout ani **tetřeva hlušce**, zvířecí symbol Vogéz, který je zde však ohrožen vyhynutím.

Tato kapitola nám podala základní fyzicko-geografické informace o Vogézách a uvedla nás tak do prostředí, jež bylo vybráno jako zájmové. Následující kapitolou už volně přejdeme do druhé hlavní části práce – praktické. V první řadě se seznámíme s daty, která byla pro tuto práci použita, a také s hlavními metodami, jichž bylo užito pro interpretaci a zkoumání dat.

KAPITOLA 4

Použitá data a metody

Tato kapitola pojednává nejprve o zkoumaných datech a použitých metodách k jejich zpracování, následně o získání výsledků a jejich interpretaci. Se zájmovým územím, Vogézami a jejich bezprostředním okolím (Hornorýnskou nížinou), jsme se již v této práci poměrně podrobně seznámili v předchozí kapitole (kap. 3).

4.1 Použitá data

Pokud jde o studovaná data, pocházejí z *Météo-France* (<http://france.meteofrance.com/>), nejsou dostupná online, ale jen na požádání. Poskytnuty byly srážkové úhrny s denním rozlišením pouze ze 14 meteorologických stanic, a to převážně z východní části Vogéz a jejich závětrří, avšak jednalo se o nejzajímavější partii sledovaného území z hlediska ombrické kontinentality klimatu, variability a sezonality srážek. Vybrán byl nejdelší možný časový úsek měření, v tomto případě 62leté období 1950-2011 (celkový počet dat přesahoval 300 000). K dispozici byly dva typy souborů dat: technická řada a nehomogenizovaná data. Vybrána byla data originální, nehomogenizovaná, aby nedocházelo k nepřesnostem hlavně u odlehklých (extrémních) hodnot úhrnů srážek, v technických řadách může docházet k jejich odfiltrování (Štěpánek, 2007). Právě na tyto extrémní hodnoty chceme zaměřit dalším výzkum oblasti.

Seznam zkoumaných meteorologických stanic s údaji o jejich zeměpisné poloze (zeměpisné šířce, zeměpisná délce a nadmořské výšce) znázorňuje tab. 2. K této tabulce je nutno podotknout, že poskytnuté meteorologické stanice nebyly seřazeny abecedně, ale podle jejich průměrného ročního úhrnu srážek (\overline{Ra}), a to sestupně (počínaje stanicí *Sewen - Lac Alfeld* vykazující průměrně nejvyšší úhrn srážek za rok – označené tedy jako číslo „1“ až po stanicí *Oberentzen*, č. 14, s nejnižším průměrným ročním úhrnem srážek). Toto řazení bylo následně dodrženo v celé práci. Důvodem byla snaha zvýraznit, resp. umožnit lépe rozpoznat rozdíly mezi jednotlivými stanicemi právě s ohledem na jejich celkovou průměrnou dotaci srážkami.

Dále bychom měli zmínit, že názvy všech 14 zkoumaných meteorologických stanic byly ponechány po vzoru Météo-France, proto se zde např. budeme setkávat s označením „Rouffach – Chs“ (č. 13). Jediným případem, kde byl název zkrácen, a to z důvodu větší praktičnosti při vytváření grafů, byla meteorologická stanice č. 8 „Strasbourg“, jejíž původní název byl „Strasbourg – botanique“. Ta se tedy dále v práci vyskytuje pouze pod názvem „Strasbourg“.

Dovolme si poznámku, že ve Strasbourgu existují dvě meteorologické stanice v rámci sítě Météo-France - na letišti Entzheim a v botanické zahradě. V práci byla vybrána pouze jedna z nich, protože vezmeme-li v úvahu stěžejní zkoumání rozsáhlého území oblasti Vogéz, jedna meteorologická stanice pro de facto „stejně místo“ v Hornorýnské nížině postačí. Dalo by se namítat, že stanice „Strasbourg – botanique“ bude podstatněji ovlivněna svoji polohou v blízkosti centra města, tedy efektem tzv. tepelného ostrova města (kap. 2.3.1), na rozdíl od „Strasbourg – Entzheim“, ale vzhledem k tomu, že ta první poskytuje nepřetržitou řadu již od roku 1950 po současnost, byla nakonec zvolena jako vhodnější.

Tab. 2 Zeměpisná poloha 14 zkoumaných meteorologických stanic (zdroj dat: Météo-France, 2012)

Stanice (číslo název)		Severní zeměpisná šířka [°]	Východní zeměpisná délka [°]	Nadmořská výška [m n. m.]
1	Sewen - Lac Alfeld	47,82	6,87	620
2	Wildenstein	47,98	6,96	560
3	Sewen - Foerstel	47,81	6,91	505
4	Longemer	48,07	6,95	745
5	Mittlach - Erbe	48,01	7,03	552
6	Le Hohewald	48,41	7,35	785
7	Aubure	48,20	7,22	796
8	Strasbourg	48,58	7,77	139
9	Barr	48,41	7,46	193
10	Kayserberg	48,14	7,27	248
11	Neuf - Brisach	48,03	7,58	195
12	Ebersheim	48,31	7,49	164
13	Rouffach - Chs	47,95	7,29	208
14	Oberentzen	47,94	7,38	205

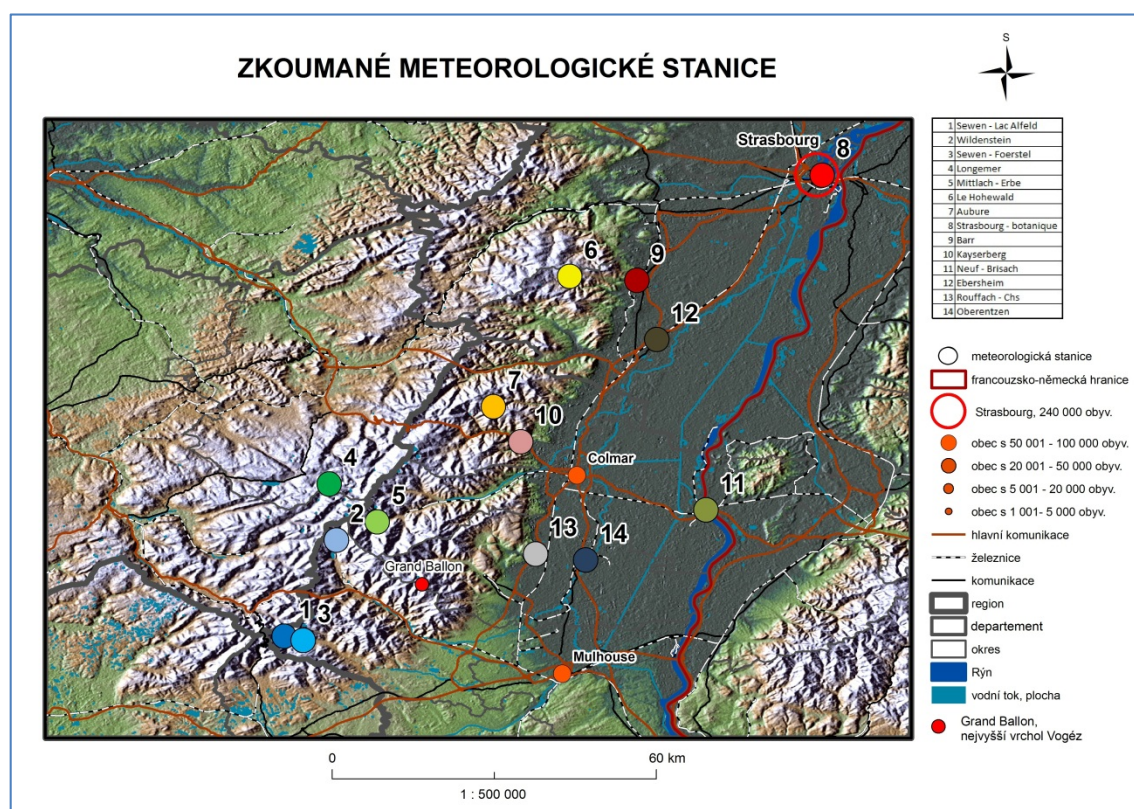
Z tabulky 2 také mj. vyplývá, že se pohybujeme na území opravdu regionálního měřítka s rozsahem cca 1° zeměpisné šířky a délky.

Zkoumané časové řady bohužel nebyly souvislé vyjma dvou meteorologických stanic - *Strasbourg* (viz výše) a *Ebersheim*, o čemž pojednává tabulka 3. V této tabulce jsou uvedeny takové roky, ve kterých na meteorologické stanici neprobíhalo měření alespoň jeden den. Přesná období (vymezená datumově), kdy jednotlivé stanice neměřily, jsou zaznamenány v Příloze 2. Převážně se jednalo o výpadky pozorování v zimním a letním ročním období.

Météo-France bohužel neposkytuje metadata o svých meteorologických stanicích. Mezery v měření tudíž nebyly před počátkem analyzování dat známy. Při výběru jednotlivých stanic tedy nebylo možno k této okolnosti přihlédnout. Postup, jaký jsme při analýze dat s mezerami zvolili, je popsán níže (kap. 4.2).

Tab. 3 Období neměření zkoumaných meteorologických stanic (zdroj dat: Météo-France, 2012)

Meteorologická stanice	Rok výskytu chybějícího měření
Sewen - Lac Alfeld	1952-60, 1964, 2002, 2004, 2006-08
Wildenstein	1950-56, 1957, 1958, 1960, 1961, 1992
Sewen - Foerstel	1950-58, 1968, 1974, 1975, 1977, 1978
Longemer	1961, 1962
Mittlach - Erbe	1963-72, 1974, 1975, 1976
Le Hohewald	1952, 1953, 1955, 1963, 1964, 1975, 1976, 1977, 1982, 1983, 1984
Aubure	1950-1970, 1986, 1989, 2010
Strasbourg	-
Barr	1953, 1970
Kaysersberg	1950, 1965, 1967, 1968, 1977, 1978
Neuf - Brisach	2002, 2003
Ebersheim	-
Rouffach - Chs	1961, 1962, 1971, 1981, 1982, 1987, 1989, 1990, 2004
Oberentzen	1956, 1964



Obr. 20 Rozmístění zkoumaných meteorologických stanic v zájmové lokalitě (zdroj dat: Météo-France, 2012)

Prostorové rozložení zkoumaných meteorologických stanic v daném regionu nám nastiňuje obr. 20, ze kterého je patrné, že se jedná o rozmístění poměrně nerovnoměrné. Z tohoto obrázku dále vyplývá, že osm, resp. sedm zkoumaných meteorologických stanic se nalézají přímo ve Vogézách, zbylých šest, resp. sedm v jejich závětrí – v Hornorýnské nížině. Meteorologickou stanicí č. 10 *Kayserberg* už by bylo totiž možno vzhledem k její relativně nízké nadmořské výšce považovat za nížinnou, nacházející se již za pohořím. Všechny stanice jsou situovány na území Francie a jejich barevné odlišení je následně dodrženo ve všech grafech této práce. Věnujme se nyní použitým metodám zpracování výše uvedených dat, o kterých pojednává následující podkapitola.

4.2 Použité metody

V této podkapitole je třeba nejprve zmínit, že topografický podklad veškerých mapových výstupů pochází ze softwaru GeoMapApp verze 3.1.6 *Marine Geoscience Data System* (Marinního geovědního datového systému) MGDS, který je poskytován zdarma a provozován Kolumbijskou univerzitou v New Yorku (*Columbian University in New York*). Tato aplikace (<http://www.geomapapp.org/>) umožňuje vizualizovat *Global Multi-Resolution Topography GMRT*, globální topografický model terénu, s přesností 100 krát 100 metrů nejen pro mořská území, ale též pro kontinenty, pro které využívá *National Elevation Dataset* (Národního datasetu převýšení) NED. Tento program mi tedy umožnil vybrat studovanou oblast tak, aby obsahovala kromě zeměpisné šířky a délky také třetí rozměr - nadmořskou výšku.

Kromě výše uvedené aplikace bylo majoritně použito ke grafickým, resp. mapovým výstupům zpracovávaných dat rozhraní ArcGIS verze 9.3.1 a 10.1 zajišťovaného softwarovou firmou *Environmental Systems Research Institute* ESRI (dostupnou na <http://www.esri.com/>), která poskytuje základní vrstvy (pro hydrologickou síť, komunikace apod.). Tento program umožňuje práci jak s topografickým podkladem pocházejícím z výše popsání softwaru, tak se zeměpisnými souřadnicemi zkoumaných meteorologických stanic a dalšími vrstvami, tedy s GIS (geografickými informačními systémy). Za použití nejrozličnějších funkcí tohoto programu vznikly veškeré vizualizace vyskytující se v této práci.

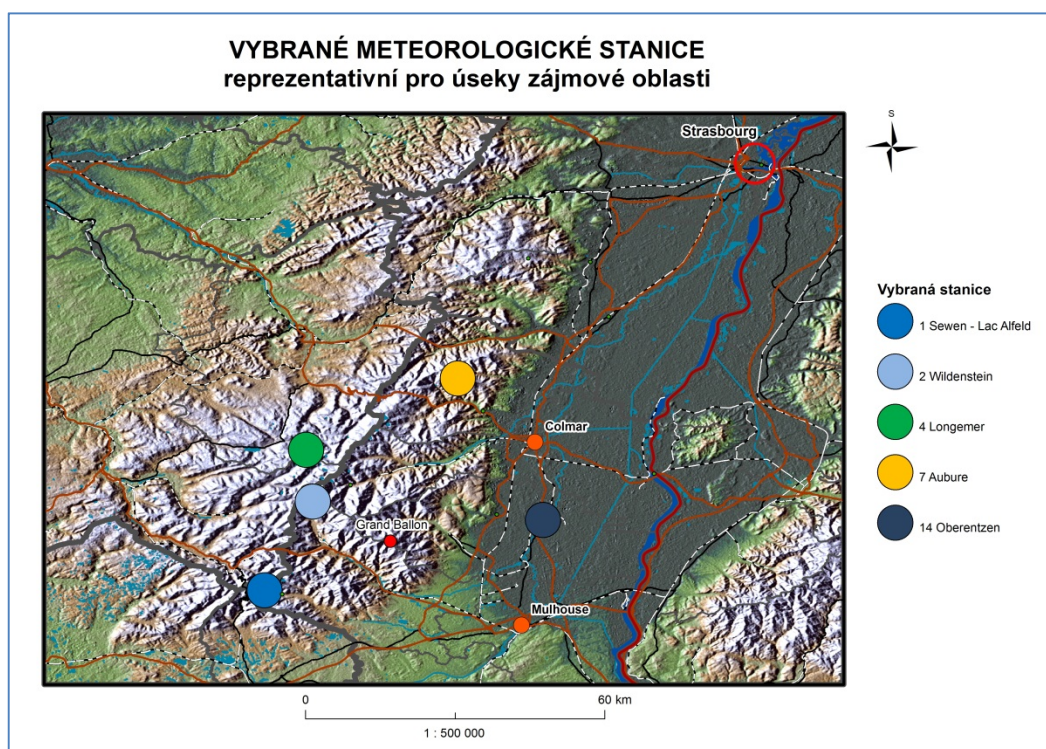
Ke zpracování dat za účelem zjištění rozložení atmosférických srážek v prostoru a čase v oblasti Vogéz, byla použita zejména práce se softwarem *Microsoft Excel 2007*, ve kterém za pomoci výpočetních funkcí tohoto programu (někdy i statistických) byly vytvářeny grafy. V práci jsou uvedeny jen některé z nich.

Otázka chybějících dat na 12 ze 14 meteorologických stanic za studované období byla v této práci rovněž řešena. Roky s výpadky v měření jsou uvedeny v tab. 3, jak již bylo zmíněno výše. Při analýze dat bylo postupováno tak, že jednotlivá zkoumaná období byla vynechávána podle toho, zda došlo nebo nedošlo k výpadku v měření alespoň jedenkrát na dané stanici – např. pro

výpočet průměrného ročního (červencového) úhrnu srážek na stanici Oberentzen (č. 14) byly vypouštěny ty celé roky (července), během nichž se vyskytl alespoň jeden den bez pozorování.

Jakmile jsme měli už data „předpřipravena“, zpracovali jsme je s využitím standardního klimatologického postupu, který spočívá (Sobíšek et al., 1993) v analýze od nejširší časové úrovně po nejnižší (od průměrného ročního úhrnu srážek po denní) a ve zkoumání variability atmosférických srážek (meziroční, meziměsíční apod.).

Stojí za to ještě poznamenat, že pro některé vizualizace a výstižnější interpretaci dat bylo vybráno pět meteorologických stanic jako reprezentativních pro určitý zájmový úsek Vogéz a jejich závětrí v Hornorýnské nížině (viz obr. 21). Selektce stanic probíhala podle jejich polohy ve vztahu k pohoří.



Obr. 21 Pět vybraných reprezentativních meteorologických stanic (zdroj dat: Météo-France, 2012)

Jak je z obr. 21 patrné, jednalo se o stanici *Longemer* (č. 4), jedinou ležící na návětrné straně před hlavním hřebenem Vogéz, stanice *Sewen - Lac Alfeld* (č. 1) a *Wildenstein* (č. 2) nacházející se nejbližší hlavnímu hřbetu, *Aubure* (č. 7) reprezentující stanici závětrných svahů vogézkého pohoří a konečně *Oberentzen* (č. 14) představující ryze nížinnou stanici v závětrí Vogéz.

Následující části budou řazeny tak, jak jsme při analýze postupovali – od nejvyšší úrovně, průměrného ročního úhrnu srážek, přes zjišťování ombrické kontinentality až po zkoumání variability denních úhrnů.

4.2.1 Roční úhrn a roční chod srážek

Nejprve jsme v souladu s již zmíněným tradičním klimatologickým postupem analyzovali průměrný roční úhrn srážek (\overline{Ra}) za studované období 1950-2011 pro každou ze 14 zkoumaných meteorologických stanic. To nám umožnilo získat obecnou představu o množství dopadajících atmosférických srážek v zájmové oblasti. Následně jsme vypočítali průměrný měsíční úhrn srážek (\overline{Rm}) pro každý měsíc a každou stanici, abychom zjistili *roční chod srážek v průměrném roce*. Průměrné úhrny \overline{Ra} a \overline{Rm} byly vypočítány na základě následujících vzorců:

$$\overline{Ra} = (\sum_{i=1}^J Ra_i) / n, \quad (1)$$

$$\overline{Rm}_{J-D} = (\sum_{i=1}^J Rm_i) / n, \quad (2)$$

kde i představuje i -tý rok ze zkoumaného období, J poslední rok pozorování a n celkový počet roků s měřením, přičemž Ra_i (Rm_i) je součet denních úhrnů srážek (Rd) během roku (měsíce) i a index $J-D$ zachycuje měsíce od ledna (J z anglického January) do prosince (D dle December).

Hodnoty ročního úhrnu srážek Ra pro každý rok byly zkoumány také z hlediska meziroční variability a trendu. Za trendovou křivku byla zvolena lineární jako standardně používaná.

Pro celou práci jsme striktně dodržovali výše zmíněnou metodu operování s chybějícími daty. Roky jsme uvažovali kalendářní, nikoliv vymezené klimaticky (od prosince), pro snazší porovnání srážkově významných událostí s jejich možnou hydrologickou aj. odezvou popisovanou v literatuře.

Následně jsme pracovali s pěti vybranými charakteristickými meteorologickými stanicemi, uvedenými výše, abychom určili sezónu (či den) nejvyšší koncentrace srážek za zkoumané období (1950-2011). Ta nám dokládá intra-anuální variabilitu srážek. Jednalo se o metodu směrových vektorů, která spočívala ve výpočtu jakéhosi těžiště získaného z procentuálního zastoupení \overline{Rm} na \overline{Ra} . Čím vyšší je podíl \overline{Rm} za každý měsíc na \overline{Ra} , tím jsou srážky rozmístěny během roku rovnoměrněji a opačně.

Postup pro grafické vyjádření sezóny nejvyšší koncentrace srážek vycházel z toho, že lze zmíněný procentuální podíl vyjádřit vektorem o směru reprezentujícím daný měsíc (z počátku) a velikosti rovné hodnotě tohoto podílu. Z výsledných hodnot byly pomocí trigonometrických funkcí vypočítány x-ové a y-ové složky, které nám umožnily vynesení vektorů do ortogonální soustavy souřadné, která byla rozdělena do 12 výsečí pro jednotlivé měsíce.

Tímto způsobem bylo spočítáno 12 souřadnic pro měsíce u každé z pěti zvolených stanic za období 1950-2011, které byly ve výsledném grafu spojeny čarou pro lepší orientaci v grafu.

Abychom zjistili období s nejvyšší koncentrací srážek pro každou stanici, spočítali jsme sumy 12 x-ových a 12 y-ových souřadnic. Tím jsme získali souřadnice výsledného vektoru pro danou stanici. Takto vypočítané *výslednice* těžiště pro každou stanici jsme vynesli do výše zmíněného polárního grafu.

Do tohoto grafu jsme vynesli ještě „obecnou“ kružnici rozdělenou do 365 dílů, abychom mohli přiřadit datum těžišti vlhké sezóny průměrného roku (přestupné roky uvažovány nebyly). Nakonec jsme do grafu pro jeho lepší srozumitelnost vynesli také „průměrnou“ kružnici (o průměrné hodnotě výsledných vektorů). Poloměr této průměrné kružnice Rm_{result} se středem v počátku soustavy souřadné se vypočítal následovně:

$$|Rm_{J-D}| = \sqrt{\left[\left(\frac{\sum_1^n Rx_{J-D}}{n}\right)^2 + \left(\frac{\sum_1^n Ry_{J-D}}{n}\right)^2\right]}, \quad (3)$$

$$Rm_{result} = \frac{\sum_J^D |Rm_{J-D}|}{12}, \quad (4)$$

kde $|Rm_{J-D}|$ znamená výslednou hodnotu velikosti vektoru průměrného měsíčního úhrnu srážek pro leden (J) až prosinec (D); n představuje počet zkoumaných stanic (v našem případě $n = 5$) a Rm_{result} je výsledným průměrným měsíčním úhrnem srážek za všechny měsíce pro všech pět zkoumaných meteorologických stanic.

4.2.2 Ombrická kontinentalita

Další z metod vyjadřující variabilitu srážek spočívá, jak již bylo zmíněno výše (kap. 2.5), ve zjišťování stupně ombrické kontinentality. Metod existuje velmi mnoho, proto byly v práci použity jen některé.

Mezi nejpoužívanější metody pro určování stupně ombrické kontinentality patří zkoumání ročního úhrnu srážek (viz kap. 4.2.1), protože už pouhý nízký roční úhrn zpravidla svědčí o kontinentálním klimatu.

Jinou často používanou metodou je určení doby polovičních srážek. Ta nám udává dobu v měsících, za kterou naměříme právě jednu polovinu ročního úhrnu srážek s tím, se že počítá od dubna. Čím je kratší, tím se jedná o vyšší stupeň ombrické kontinentality (doba polovičních srážek např. 3 měsíce pro kontinentální klima na rozdíl od 7 měsíců pro klima oceánické).

Dále bylo pracováno také s indexem ombrické kontinentality podle Hruďčky (1933), který se počítá podle (5) a s jehož rostoucí hodnotou kontinentalita vzrůstá, resp. roční chod srážek je rozkolísanější.

$$k = \frac{12(l-35)}{\sqrt{s_z}} [\%], \quad (5)$$

kde l je úhrn srážek za teplý půlrok (duben až září) v procentech celkového ročního úhrnu a s_z je množství srážek za zimní půlrok (od října až do března) v mm.

Posledním způsobem zjišťování stupně ombrické kontinentality, který byl v práci použit obdobně jako v Atlasu podnebí Česka (Tolasz et al., 2007), je index nerovnoměrnosti ročního chodu srážek F podle C. G. Markhama (1970). Tento index se počítá podle Shvera (1975) následovně (6):

$$F = \frac{R}{\sum_{i=1}^{12} r_i} * 100 [\%], \quad (6)$$

kde R je velikost vektorového součtu jednotlivých měsíčních úhrnů srážek r_i ($i = 1, 2, \dots, 12$), který se podle vzorce (6) dělí celkovým ročním úhrnem srážek neboli součtem všech měsíčních úhrnů za rok.

Markhamův index byl dle (6) spočítán pro pět vybraných meteorologických stanic a pro každý rok z období 1950-2011, aby nám demonstroval sezonalitu srážek, resp. míru ombrické kontinentality a její kolísání (či vývoj) v čase. Obecně platí, že menší hodnota tohoto indexu F vyjadřuje rovnoměrnější rozložení srážek během roku (Brázdil et al., 2009) a tudíž typicky nižší stupeň kontinentality neboli jinak řečeno, svědčí o vyrovnanějším chodu srážek v roce (Brázdil et al., 2009) a tedy o oceáničtějšímu charakteru.

Poznamenejme zde ještě, že během výpočtu indexu F byly měsíční úhrny chápány znovu jako vektory a byly tudíž rozloženy do dvou složek - jako v kap. 4.2.1. Index F reprezentuje de facto velikost výsledného vektoru obdobně jako při určování měsíce koncentrace srážek.

Na základě Markhamova indexu byly také vypočítány hodnoty udávající koncentraci srážek v měsících: výsledné souřadnice vektoru (R_x ; R_y) pro každý rok a všech pět vybraných stanic byly převedeny na stupně pomyslné kružnice. Z této kružnice pak byly vyjádřeny jako doba v měsících. Výsledné křivky udávající kolísání měsíce koncentrace srážek v čase byly následně proloženy klouzavými průměry (buď 5letými, nebo 7letými podle toho, který data lépe vystihoval a s ohledem na počet roků s nepřerušným měřením). To bylo učiněno dle vzoru v Atlase podnebí Česka (Tolasz et al., 2007).

Hierarchicky nejnižší úrovni zkoumání srážek je věnována následující část.

4.2.3 Variabilita denních a měsíčních úhrnů srážek

Tato část pojednává o tom, jak byla zkoumána meziměsíční a dále i mezidenní variabilita srážek jakožto charakteristiky, které celkově udávají variabilitu srážek na nižší časové úrovni. Poznamenejme, že meziměsíční variabilitou v tomto případě myslíme de facto meziroční variabilitu měsíčních úhrnů srážek.

Jako nejlepší metoda se jevilo vytvořit křivku připomínající svým tvarem teoretickou kumulativní *distribuční funkci*. Nejprve jsme seřadili sestupně měsíční (denní) úhrny srážek, ke kterým jsme přiřadili rostoucí čísla od „1“ až po číslo přiřazené k poslední hodnotě - podle počtu měsíců (dnů) s pozorováním. Následně jsme vypočítali podíl pořadí a absolutního počtu pozorování (např. „62“ pro stanici měřící po celou dobu zkoumaného 62letého období) – v tomto případě byl absolutní počet roven poslednímu číslu daného pořadí. Tento podíl jsme následně vyjádřili v procentech a odečetli od sta, abychom získali procentuální doplněk.

Pomocí této metody jsme získali y-ové souřadnice bodů. X-ové souřadnice bodů pak byly rovny měsíčním (denním) úhrnům srážek vztaženým k průměrnému měsíčnímu úhrnu srážek

(průměrný denní úhrn srážek byl vypočítán pouze ze dnů, ve kterých srážky překročily 0,0 mm – jejich součtem a vydělením počtem těchto dnů), ten byl pak vyjádřen opět v procentech – cíl tohoto vztažení k průměrné hodnotě spočíval ve větší významnosti výsledků. Takto byla vyjádřena intra-měsíční variabilita atmosférických srážek pro pět zvolených meteorologických stanic a byly porovnány měsíce leden s červencem, standardně používané v klimatologickém výzkumu (např. Votavová, 2010). Denní variabilita byla zkoumána rovněž pro těchto pět stanic pro celé zkoumané období (1950-2011). Některé křivky však byly zkonstruovány pro všechny zkoumané stanice.

Aby byly výsledné křivky více porovnatelné, byla posléze osa vyjadřující měsíční úhrn srážek R_m (či denní úhrn srážek R_d) vydělena průměrným měsíčním úhrnem (nebo denním – se srážkami většími než 0,00 mm).

Tato kapitola tedy charakterizovala použitá meteorologická data a metodiku. Cílem uplatnění všech výše uvedených metod bylo dosáhnout co nejlepšího znázornění zpracovávaných dat a umožnit jejich snazší interpretaci. Nyní se již budeme věnovat pouze dosaženým výsledkům a jejich vyhodnocení.

KAPITOLA 5

Výsledky

Tato kapitola je pro přehlednost dělena shodně jako předchozí subkapitola Použité metody (viz kap. 4.2) do tří částí. Nejprve se opět zaměříme na roční úhrn a roční chod srážek, následně na ombrickou kontinentalitu a na závěr na variabilitu denních úhrnů srážek.

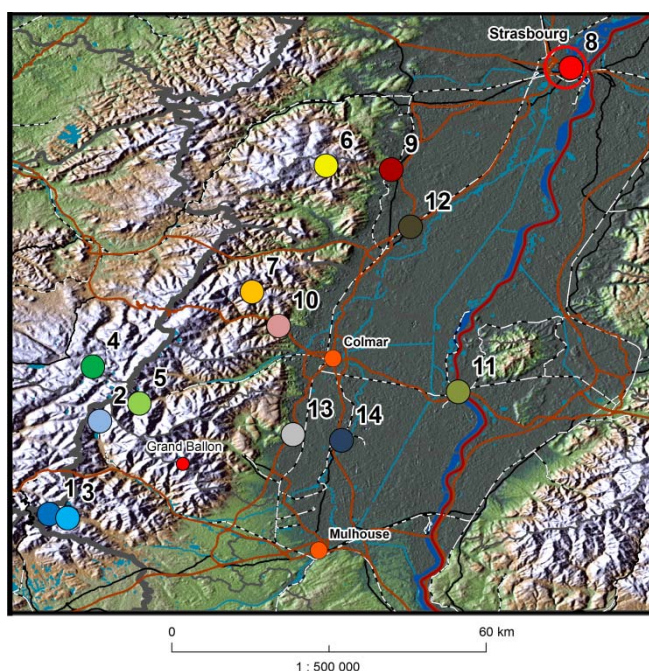
5.1 Roční úhrn a roční chod srážek

5.1.1 Průměrný roční úhrn srážek (\overline{Ra})

Průměrný roční úhrn srážek \overline{Ra} , vypočítaný podle (1), představuje vůbec první klimatologickou charakteristiku srážek, která bývá hodnocena. Výsledné hodnoty za období 1950-2011 pro 14 zkoumaných meteorologických stanic dokládá tab. 4, ke které je pro připomenutí přiložena mapka s vyznačením polohy jednotlivých stanic v terénu (obr. 22).

Tab. 4 Průměrný roční úhrn srážek \overline{Ra}
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Číslo a název stanice	\overline{Ra} [mm]
1 Sewen - Lac Alfeld	2 334
2 Wildenstein	2 070
3 Sewen - Foerstel	1 907
4 Longemer	1 865
5 Mittlach - Erbe	1 834
6 Le Hohewald	1 226
7 Aubure	1 084
8 Strasbourg	730
9 Barr	722
10 Kayserberg	703
11 Neuf - Brisach	640
12 Ebersheim	621
13 Rouffach - Chs	612
14 Oberentzen	606



Obr. 22 Poloha 14 meteorologických stanic
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

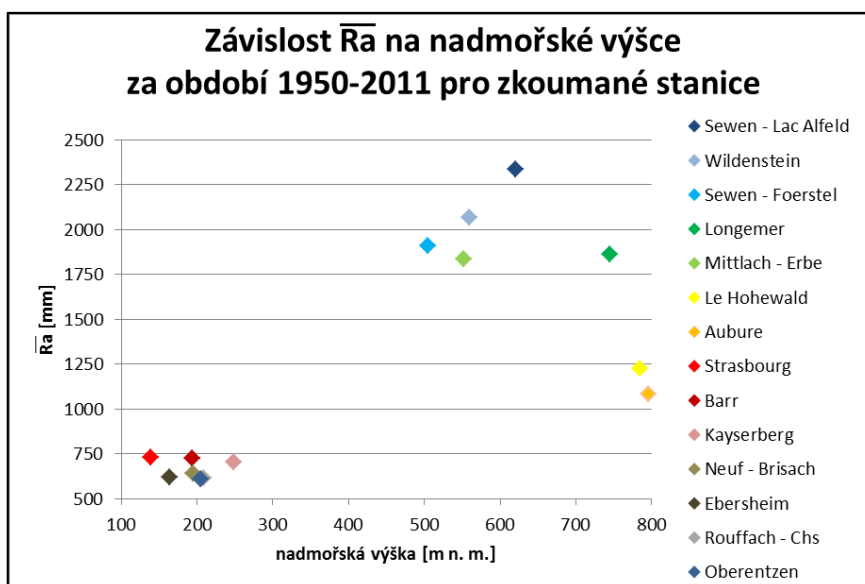
Z hodnot \overline{Ra} je zřejmá relativně velká nerovnoměrnost v rozložení srážek mezi jednotlivými meteorologickými stanicemi na poměrně malém území (cca 70 km širokém). Rozdíl činí až téměř 1 750 mm, porovnáme-li meteorologickou stanicí *Oberentzen* (č. 14) s nejnižším zkoumaným průměrným ročním úhrnem (606 mm) se stanicí *Sewen - Lac Alfeld* (č. 1), na které byl naměřen naopak nejvyšší \overline{Ra} - skoro čtyřnásobný (2 334 mm). Vezmeme-li polohu zkoumaných meteorologických stanic (z obr. 22), zjistíme, že celkově průměrné nejvyšší roční úhrny srážek byly zaznamenány stanicemi nacházejícími se nejzápadněji ve sledované oblasti. To je naprosto v souladu s očekáváním vzhledem k převažujícímu západnímu proudění vzduchu v oblasti. Stejně opodstatněný by měl být předpoklad, že stanice ležící nejvíce na východ budou naopak dlouhodobě nejsušší. To zde ale úplně neplatí – nejvýchodněji ležící stanice *Strasbourg* (č. 8) vykazuje cca o 100 mm více srážek za průměrný rok, než čtyři nejsušší stanice (č. 11, 12, 13 a 14), přičemž tyto stanice dokonce leží ve vyšší nadmořské výšce (viz tab. 2). Tento fenomén by mohl být způsoben tím, že *Strasbourg* leží na rovnoběžce, na které se přibližně nachází hranice mezi jižními (vyššími) a severními (nižšími) Vogézami. Toto sedlo a zejména jeho nižší elevace (spolu s celkově se snižující nadmořskou výškou nejvyšších vrcholů ve směru na sever) umožňuje vzduchovým hmotám snadnější přechod přes horskou překážku při všech nejčastějších povětrnostních situacích: při proudění západním, severozápadním a jihozápadním (Bürger, 2010).

Druhá nejvýchodněji ležící stanice *Neuf - Brisach* (č. 11) vykazuje průměrný roční úhrn o něco vyšší než stanice č. 12, 13 a 14 (640 mm). To zřejmě již souvisí (viz obr. 22) s návětrím třetihorní sopky *Kaiserstuhl* s nejvyšším vrcholem Totenkopf (557 m n. m.), který leží cca 10 km severovýchodně od stanice (Scholz, 2008). Efekt návětrí hraje totiž někdy dostatečnou roli i před začátkem elevace (ve směru převažujícího proudění vzduchu), jak uvádí např. Barry (1992).

Dále jsme se zabývali vztahem mezi \overline{Ra} a nadmořskou výškou meteorologických stanic. Tento vztah dokládá obr. 23. Na první pohled vidíme, že průměrný roční úhrn srážek jakoby s rostoucí nadmořskou výškou roste, což by bylo v souladu s všeobecným předpokladem (viz kap. 2.2.2). Při podrobnějším zkoumání grafu však zjišťujeme, že tato závislost neplatí pro všech 14 zkoumaných meteorologických stanic. Drobné nuance, které spatřujeme u nízko položených stanic, by ani tak zarážející nebyly, jako spíš to, že nejvýše položené meteorologické stanice nedosahují nejvyšších hodnot průměrného ročního úhrnu srážek. Mezi nejvýše ležící stanicí *Aubure* (č. 7) a stanicí *Sewen - Lac Alfeld* (č. 1) s nejvyšším \overline{Ra} činí rozdíl srážek za průměrný rok až 1 250 mm!

Nejasný vztah mezi nadmořskou výškou a \overline{Ra} může být způsoben tím, že nadmořská výška dané stanice nemusí být ve zkoumané oblasti rozhodujícím faktorem. Bankanza (2011) např. dokládá, že nadmořská výška nepředstavovala stěžejní nezávislou proměnnou (synoptickou situaci nepočítaje) pro výjimečně humidní léta 1997 a 2002 v ČR - větší roli hrály zeměpisná šířka a nejvyšší sklony svahů ležící severovýchodně od stanice. Pokud vezmeme v úvahu podle

téhož autora okolí meteorologické stanice a další faktory typické pro horský region, jakými jsou sklon, expozice svahů ad., zjistíme, že charakteristiky blízkých hřebenů (včetně nadmořské výšky) jsou daleko podstatnější než samotné topografické údaje o stanici. Tyto charakteristiky v práci nebyly zkoumány kvůli její rozsáhlosti a s ohledem na poskytnutý soubor dat.



Obr. 23 Závislost \overline{Ra} na nadmořské výšce 14 zkoumaných meteorologických stanic
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

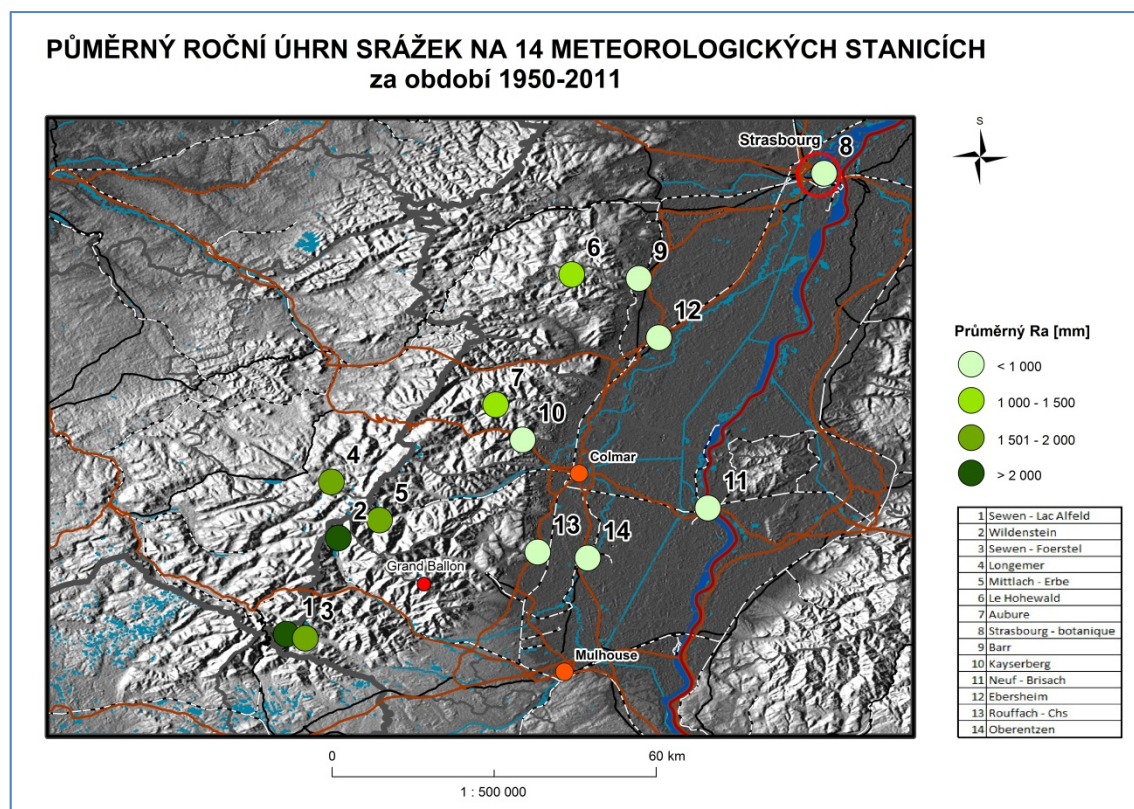
Za další možné vysvětlení, proč nejvýše položené meteorologické stanice *Le Hohewald* (č. 6) a *Aubure* (č. 7) nedosahují nejvyššího \overline{Ra} , můžeme považovat to, že tyto stanice leží již za hlavním hřebenem (z pohledu převažujícího západního proudění vzduchu) a mohou tak už být ovlivňovány efektem závětrí (Bürger, 2010). Navíc stanice *Aubure* (č. 7) vykazuje jednoznačně nejkratší dobu pozorování mezi studovanými stanicemi (měření zde byla započata až r. 1971, ačkoliv na většině dalších stanic se měří už od r. 1950), o tom pojednávala tab. 3 (kap. 4.1).

Zvláštní je ovšem to, že ani meteorologická stanice *Longemer* (č. 4) nevykazuje nejvyšší \overline{Ra} , přestože má k tomu snad největší předpoklady – je třetí nejvýše položená, leží na návětrné straně před hlavním hřebenem Vogéz (postupujeme-li ze směru převažujícího západního proudění vzduchu) a pouze ve dvou letech (1961 a 1962) došlo k výpadku v měření srážek na stanici (tab. 2 a tab. 3 v kap. 4.1). Stanice *Longemer* (č. 4) tedy reprezentuje relativně dlouhou a souvislou časovou datovou řadu. Lze se domnívat, že tento jev souvisí s nižšími a pozvolnějšími sklony svahů na návětrné straně oproti závětrné (kap. 3.2). To způsobí, že vzduch může postupně stoupat vzhůru (což je umocněno ještě rychlostí větru). Tím se efekt návětrí srážkově projeví nejvíce až v těsné blízkosti hlavního hřebenu, kde dojde k největšímu zesílení srážek. Tato závislost byla popsána například modelem UTD („*upslope-time-delay*“ znamenající výzdvih-časová prodleva) navrženým Smithem (2003).

Posledním důvodem, proč je naše schopnost hlouběji analyzovat závislost \overline{Ra} na nadmořské výšce meteorologické stanice omezená, je zřetelně nedostatečné pokrytí studované oblasti srážkoměrnými stanicemi v rámci sítě Météo-France (obr. 22).

Pokud bychom měli shrnout dosavadní poznatky o průměrném ročním úhrnu srážek, nejlépe je vystihuje obr. 24, který znázorňuje \overline{Ra} rozdělený do čtyř kategorií (kategorie „< 500 mm“ nebyla s ohledem na hodnoty v tab. 4 zapotřebí). Na tomto obrázku vidíme, že průměrně nejvíce koncentrovány jsou srážky do nejvyšších poloh Vogéz kolem hlavních hřbetů (viz obr. 14).

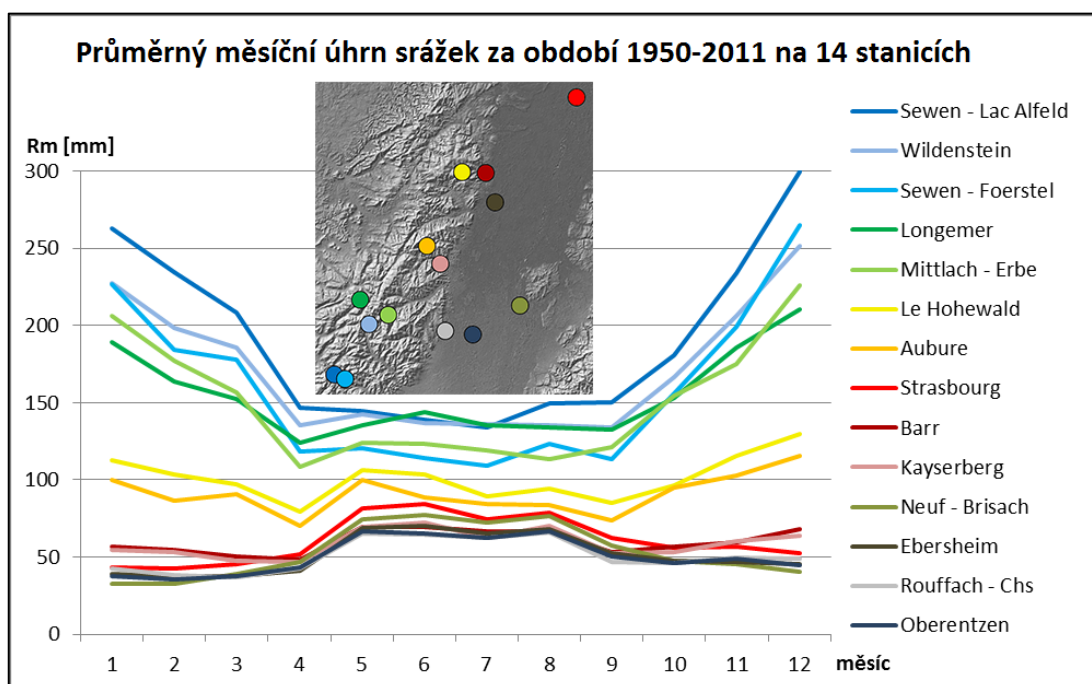
Také průměrně nejvíce srážek dopadá na jihozápadě studované oblasti, kde jsou Vogézy nejvyšší a vykazují největší členitost reliéfu stejně tak, jako je zde největší rozdíl mezi mírně skloněnou návětrnou stranou oproti prudce skloněné závětrné. Z obrázku dále vyplývá, že Vogézy skutečně tvoří bariéru převažujícímu západnímu proudění vzduchu. Tím vytvářejí jednoznačně závětrný efekt a v důsledku toho jsou průměrně nejmeně srážkami dotovány meteorologické stanice nacházející se v Hornorýnské nížině.



Obr. 24 Průměrný roční úhrn srážek na 14 srážkoměrných stanicích za období 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

5.1.2 Průměrný měsíční úhrn srážek ($\overline{R_m}$)

Výsledné hodnoty průměrného měsíčního úhrnu srážek, který byl vypočítán podle (2) pro 14 zkoumaných meteorologických stanic za období 1950-2011, jsou uvedeny v Příloze 3. Z hodnot je patrné, že mezi nejvlhčí měsíce pro jednotlivé meteorologické stanice patří jednoznačně buď prosinec, nebo červen, zatímco mezi nejsušší duben či únor. Absolutně nejdeštivější je prosinec na meteorologické stanici *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1) s průměrným měsíčním úhrnem srážek 300 mm, zatímco nejsušším únor na stanici *Neuf – Brisach* (č. 11) s 32 mm. Už tyto zcela rozdílné hodnoty a měsíce výskytu maxim, resp. minim nám dokládají skutečně velkou časovou variabilitu srážek ve zkoumané oblasti.



Obr. 25 Průměrný měsíční úhrn srážek za období 1950-2011 pro 14 srážkoměrných stanic
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Pozn.: Obrázek ve výřezu grafu připomíná polohu, kde se jednotlivé meteorologické stanice nacházejí.

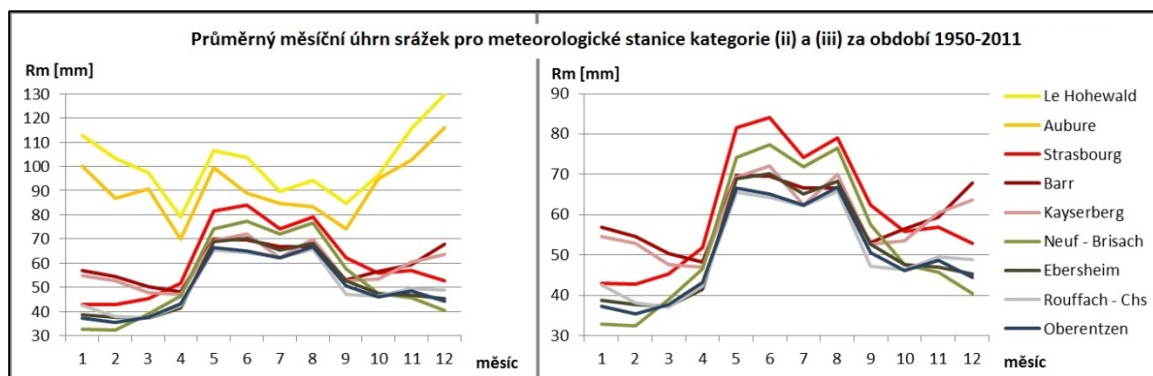
Výsledné hodnoty byly následně vyneseny do grafu (obr. 25). Z tohoto grafu je rovněž zcela jednoznačně patrná nerovnoměrná distribuce srážek během průměrného roku ve zkoumané oblasti. Srážky navíc nejsou ani rovnoměrně prostorově rozmístěny (viz obr. 22 nebo výřez v grafu). Zatímco prvních pět meteorologických stanic, které se nacházejí ve Vogézách, vykazuje jednoznačně nejnížší úhrny srážek v letní polovině roku a nejvyšší naopak v zimní polovině roku, u posledních čtyř stanic, které leží již v závětrí, v Hornorýnské nížině, naopak spatřujeme očividně nejvlhčí letní měsíce průměrného roku. Graf také velmi pěkně ukazuje vztah průměrného R_a a R_m , kdy spolu s klesajícím průměrným R_a dochází k pozvolné změně ročního chodu srážek – od zimního maxima, přes dvě maxima po letní maximum.

Meteorologické stanice by mohly být rozděleny podle jejich ročního chodu srážek celkem do tří kategorií na stanice:

- (i) se zimním srážkovým maximem,
- (ii) se dvěma srážkovými maximy,
- (iii) s jedním srážkovým maximem v létě.

Do kategorie (i) bychom zařadili prvních pět meteorologických stanic (č. 1-5): *Sewen – Lac Alfeld*, *Wildenstein*, *Sewen – Foerstel*, *Longemer* a *Mittlach – Erbe*. Do kategorie (ii) by patřily celkem čtyři meteorologické stanice (č. 6, 7, 9 a 10): *Le Hohewald*, *Aubure*, *Barr* a *Kayserberg*. Do poslední kategorie by spadalo zbývajících pět srážkoměrných stanic (č. 8 a č. 11-14): *Strasbourg*, *Neuf – Brisach*, *Ebersheim*, *Rouffach – Chs* a *Oberentzen*.

Kategorie (ii) by mohla být ještě rozdělena podle období výskytu hlavního srážkového maxima do dvou skupin: do skupiny s hlavním srážkovým maximem vyskytujícím se v zimní polovině roku a podružným v letní polovině roku (*Le Hohewald* a *Aubure*) a do skupiny s hlavním srážkovým maximem naopak v letní polovině roku a podružným v zimní polovině roku (*Barr* a *Kayserberg*). To nám dokládá obr. 26, na kterém je detailněji zobrazen roční chod srážek na meteorologických stanicích kategorie (ii) a (iii).



Obr. 26 Přibližení ročního chodu srážek pro meteorologické stanice kategorie (ii) a (iii)
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Pro toto rozřídění zkoumaných stanic je také typické, porovnáme-li obrázek 25 s obr. 26, že dochází k postupnému poměrně radikálnímu snižování hodnoty \overline{Rm} od prvního typu (i) k poslednímu (iii). Jako příklad uveďme nejvlhčí měsíc (prosinec) na stanici *Wildenstein* (č. 2) s 251 mm srážek a nejvlhčí měsíc (červen) na stanici *Ebersheim* (č. 12) s pouhými 70 mm. K poměrně razantnímu poklesu dochází od kategorie (i) po (iii) i co se týče nejsušších měsíců (např. průměrný duben na stanici *Longemer* dosahuje 124 mm na rozdíl od stanice *Oberentzen*, na které je průměrně za únor naměřeno 36 mm srážek). Tento pokles srážek spolu s jejich odlišným ročním chodem u každé z kategorií by mohl souviset s rostoucí kontinentalitou obecně. Ta se projevuje ve směru západ-východ postupným slábnutím zimního srážkového maxima ve prospěch letního, které se nakonec stává dominantním, a právě celkově se snižujícími úhrny

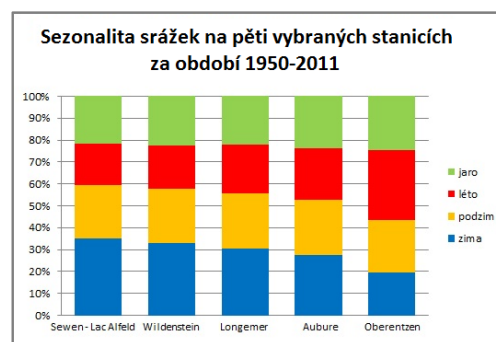
srážek (např. Sládek, 2005). To, že se letní srážkové maximum stává jediným maximem u „kontinentální“ kategorie (iii) by se dalo vysvětlit tím, že zde dochází k většímu podílu konvektivních srážek. U meteorologických stanic typu (ii) se dvěma srážkovými maximy tento vliv ještě nepřevažuje, dominuje zde faktor vyšší rychlosti větru v zimním období, kdy je oceánická cirkulace více vyjádřená (viz výše i např. McCabe et al., 2001). Tak dochází k většímu přílivu vlhkého vzduchu od oceánu, obdobně jako je tomu v případě kategorie (i), jak popisuje např. Heyer (1993).

Asi největší roli zde sehrává orografie, kdy Vogézy, jakožto překážka převažujícímu západnímu proudění vzduchu, způsobují na území v jejich závětrří dřívější přechod k mírnému kontinentálnímu klimatu (Bürger, 2010). Působí tedy jako zesilující faktor, zintenzivňují ombrickou kontinentalitu, která je nejvíce vyjádřena právě v Hornorýnské nížině. To můžeme dobře vidět, podíváme-li se na polohu jednotlivých meteorologických stanic (obr. 22). Srážkoměrné stanice kategorie (i), které vykazují celkově nejvyšší úhrny srážek pro všechny měsíce a zimní maximum, se nacházejí těsně u hlavního hřebenu Vogéz, kategorie (ii) se dvěma srážkovými maximy je zastoupena stanicemi, které leží na závětrných svazích Vogéz a v jejich těsném okolí, a konečně kategorie (iii) s letním srážkovým maximem reprezentující stanice ryze nížinné, ve srážkovém stínu Vogéz.

Tento fenomén je ještě lépe patrný (obrázek 27), srovnáme-li průměrné srážkové úhrny pro jednotlivá roční období vymezená klimatologicky (jaro se počítá od března do května, léto od června do srpna atd.) pro pět vybraných meteorologických stanic (podle kap. 4.2 a obrázku 21). Vidíme progresivní pokles zimních srážek a pozvolný nárůst srážek letních na úkor zimních. O něco méně zimních srážek se dostává meteorologické stanici *Longemer* (č. 4)

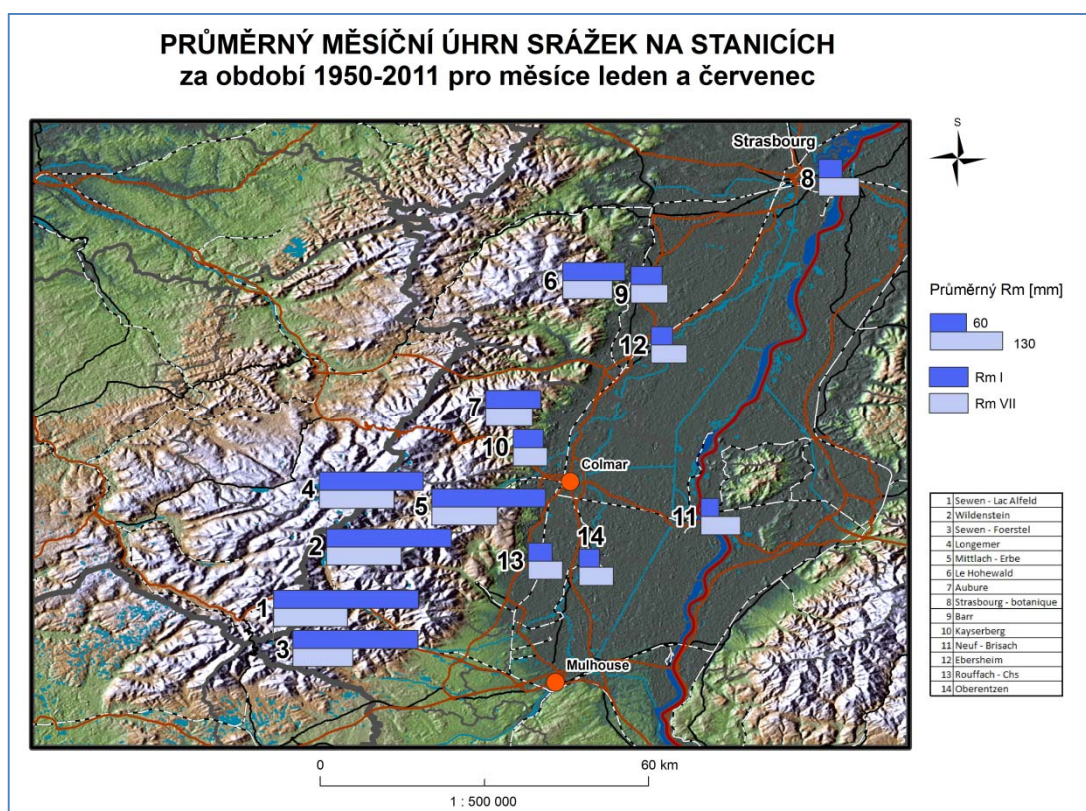
jediné ležící ryze na návětrné straně. Tím, že se nachází severněji než *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1) a *Wildenstein* (č. 2) a srážky do Vogéz jsou přinášeny nejčastěji vzduchovými hmotami postupujícími od západu, resp. jihozápadu, se můžeme domnívat, že návětrný efekt se zde projevuje méně výrazně. U stanice *Aubure*, která se nachází na závětrném svahu Vogéz, už je patrné postupné vyrovnávání letních a zimních srážek, kdy rozdíl v průměrných srážkách činí cca 50 mm (257 mm oproti 303 mm), ale zimní stále převažují - první skupina kategorie (ii). Na závětrné kontinentální stanici *Oberentzen* (č. 14) pak už zřetelně dominují letní srážky.

Podívejme se ještě na typické klimatologické srovnání dvou měsíců, a to ledna a července. To nám ukazuje obr. 28, ze kterého jsou opět patrné již dříve uvedené závěry: nejvíce srážek dopadá na hornaté území Vogéz, kde lednové srážky dominují nad červencovými, dosahují větších hodnot v nejbližším okolí hlavního hřebenu než na návětrné straně (*Longemer*) a výrazně větších hodnot než na závětrných svazích (*Aubure* a *Le Hohewald*). V jejich



Obr. 27 Sezonalita srážek na pěti stanicích
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

bezprostředním okolí (*Barr* a *Kaysersberg*) mají stanice ale stále vyšší lednové úhrny srážek, než má např. meteorologická stanice *Strasbourg* (č. 8) i přes její celkově vyšší průměrný roční úhrn srážek (tab. 4 v kap. 5.1.1). Tyto stanice vykazují nejvíce vyrovnaný roční chod srážek a zřejmě vůbec nejvyrovnanější je na meteorologické stanici *Kaysersberg* (č. 10) s průměrným nejnižším rozdílem pouhých 7 mm mezi lednovými a červencovými srážkami. V této závětné lokalitě a následně v celé Hornorýnské nížině ale už celkově převažují červencové srážky nad lednovými. Stejně jako u průměrného ročního úhrnu srážek, zde na obr. 28 vidíme nepatrný nárůst červencových srážek na stanici *Neuf-Brisach* (č. 11) oproti jejímu okolí, který může být podmíněn již zmiňovaným vulkánem *Kaiserstuhlem*.



Obr. 28 Porovnání lednových a červencových srážek na 14 stanicích za období 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Pozn.: *Rm I* znamená průměrný měsíční úhrn srážek za měsíc leden a *Rm VII* za měsíc červenec.

Možná by mohlo být pro oblast Vogézy vhodnější porovnávat úhrny srážek pro měsíce prosinec a červen vzhledem k často se vyskytujícím extrémům v těchto měsících (Příloha 3), ale v této práci byl zvolen postup standardní, a to porovnávání ledna s červencem.

Celkově tedy i dle průměrných měsíčních úhrnů srážek, jakožto ukazatele ročního chodu srážek, můžeme konstatovat, že jejich rozložení je velmi nerovnoměrné, a to jak během roku s rozhodujícími zimními, resp. letními srážkami, tak v prostoru. To je způsobeno právě horskou

překážkou - Vogézami, které absolutně v jejich závětrí pozměňují jak roční chod srážek, tak i průměrné měsíční úhrny. Závěr je v souladu s kap. 5.1.1, protože s klesajícím průměrným ročním úhrnem srážek směrem od hlavních hřebenů Vogéz do závětrí, Hornorýnské nížiny, klesají i hodnoty průměrných měsíčních úhrnů. S nimi se také snižuje hodnota maximálního měsíčního úhrnu, který se nejprve vyskytuje v zimě (i), posléze v zimě a létě (ii) a nakonec na východě pouze v létě (iii).

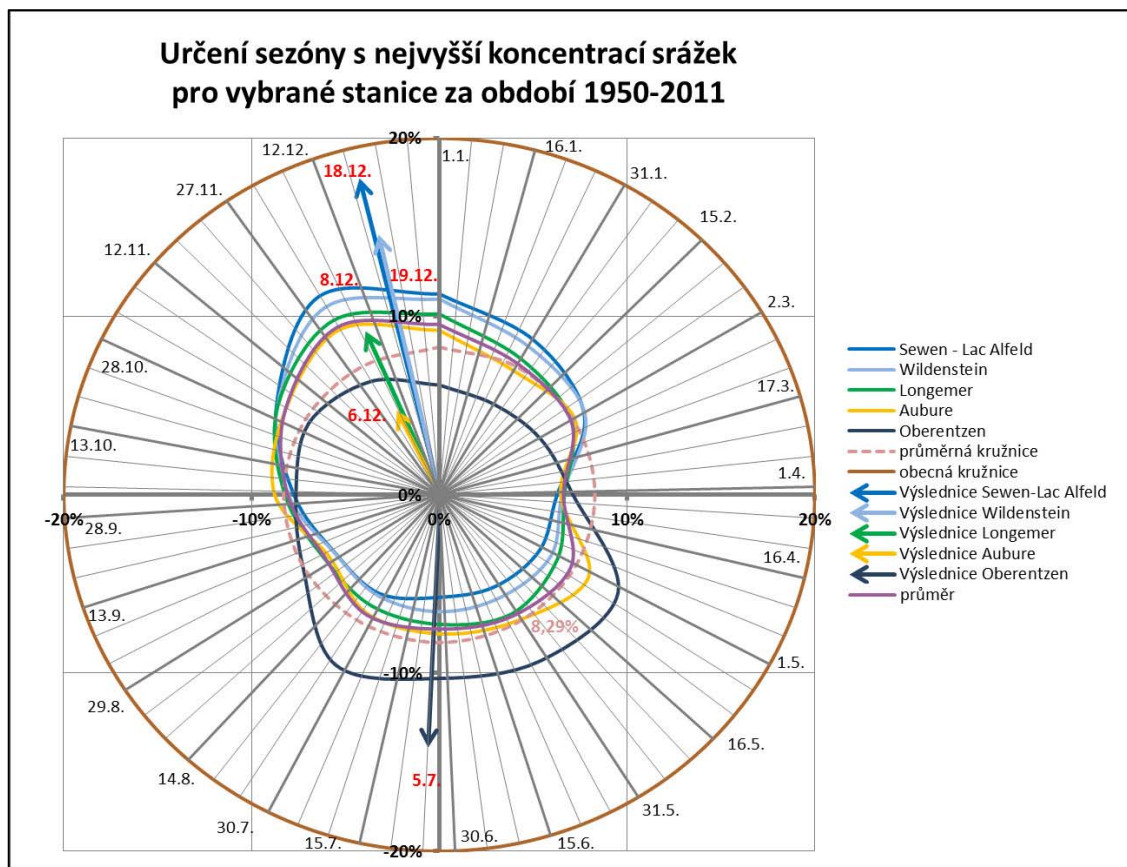
5.1.3 Sezóna nejvyšší koncentrace srážek

Výsledek postupu uvedeného v kap. 4.2.1 a podle vzorců (3) a (4) pro určení sezóny s největší koncentrací srážek jako další charakteristiky ročního chodu srážek znázorňuje obr. 29. Z obrázku vyplývá jednoznačně obdobný závěr jako v předchozím případě (v kap. 5.1.2) – meteorologické stanice ležící západněji vykazují vyšší koncentraci srážek v zimním období v prosinci (např. 19. 12. pro *Wildenstein*), zatímco srážky na meteorologické stanici *Oberentzen* (č. 14), jediné z pěti vybraných stanic reprezentující kategorii (iii), kulminují průměrně v červenci (5. 7.). To znamená, uvážíme-li u grafu ještě geografickou polohu stanic (např. obr. 22), můžeme konstatovat, že průměrné období nejvyšší koncentrace srážek je prostorově závislé. Ve směru od západu na východ naší studované oblasti se postupně snižuje převažující zimní maximum a transformuje se na letní. Z tohoto důvodu úhrn srážek na stanici *Aubure* (č. 7), nacházející se na závětrném svahu Vogéz, představuje nejnižší míru nerovnoměrnosti srážek během průměrného roku neboli nejvyšší vyrovnanou koncentraci srážek (vektor v grafu je pro tuto stanici nejkratší), ač se zimním maximem (6. 12.) nepatrně převyšujícím letní (viz kategorie (ii) v kap. 5.1.2). Oproti tomu meteorologická stanice *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1) je reprezentantem nejnerovnoměrnějšího ročního chodu srážek, o čemž svědčí vůbec nejdelší vektor znázorňující nejvyšší koncentraci srážek (18. 12.).

Je určitě zajímavé, že faktor orografie ve studované oblasti nejspíš hraje skutečně významnou roli. To se projevuje prakticky okamžitým zeslabením zimního maxima ve směru na východ po dosažení nejvyšších partií Vogéz (okolí hlavního hřebene). Toto zeslabení je patrné ještě přímo ve Vogézách (např. právě u srážkoměrné stanice *Aubure*). Je zde také vidět, že ani návětrná strana nevykazuje tak nerovnoměrný roční chod srážek jako oblast ležící nejbližší hlavnímu hřebenu (viz *Longemer*). To by mohlo souviset, jak již bylo konstatováno dříve, s celkově o něco menší dotací srážek na návětrném svahu, resp. s méně vyjádřeným návětrným efektem oproti vrcholovým partiím, a tím i méně výrazným ročním chodem.

Z obr. 29 dále můžeme pozorovat vztah mezi průměrným měsíčním úhrnem srážek (pro všech pět vybraných meteorologických stanic), který je znázorněn čerchovanou kružnicí (jedná se o konstantní hodnotu) a asymetrickou formou (ovály) průměrných měsíčních úhrnů srážek pro každou z pěti vybraných meteorologických stanic. Celkově můžeme říci, že s klesající asymetrií se roční chod stává vyrovnanějším a maximum největší koncentrace srážek je méně vyjádřeno. V ideálním případě (např. v rovníkových oblastech), není žádné výrazné maximum

rozpoznáno (Kottek et al., 2006; Trefná, 1970), forma závislosti srážek se blíží kružnici a výsledný vektor nule. V našem případě se tvar závislosti srážek pro meteorologickou stanici *Aubure* (č. 7) nejvíce blíží průměrné kružnici a roční chod je tak oproti ostatním čtyřem stanicím více méně vyrovnaný, což je v souladu s předchozími závěry.



Dále z tvaru křivek pozorujeme skutečně velmi rozdílný roční chod srážek mezi čtyřmi meteorologickými stanicemi a *Oberentzenem* (č. 14), což nám podporuje tvrzení, že Vogézy stojí za vznikem kontinentálního klimatu v jejich závětrí (Bürger, 2010), Hornorýnské nížině, což se projevuje jednoznačnou dominancí letních srážek, kdy i velikost výsledného vektoru je poměrně velká.

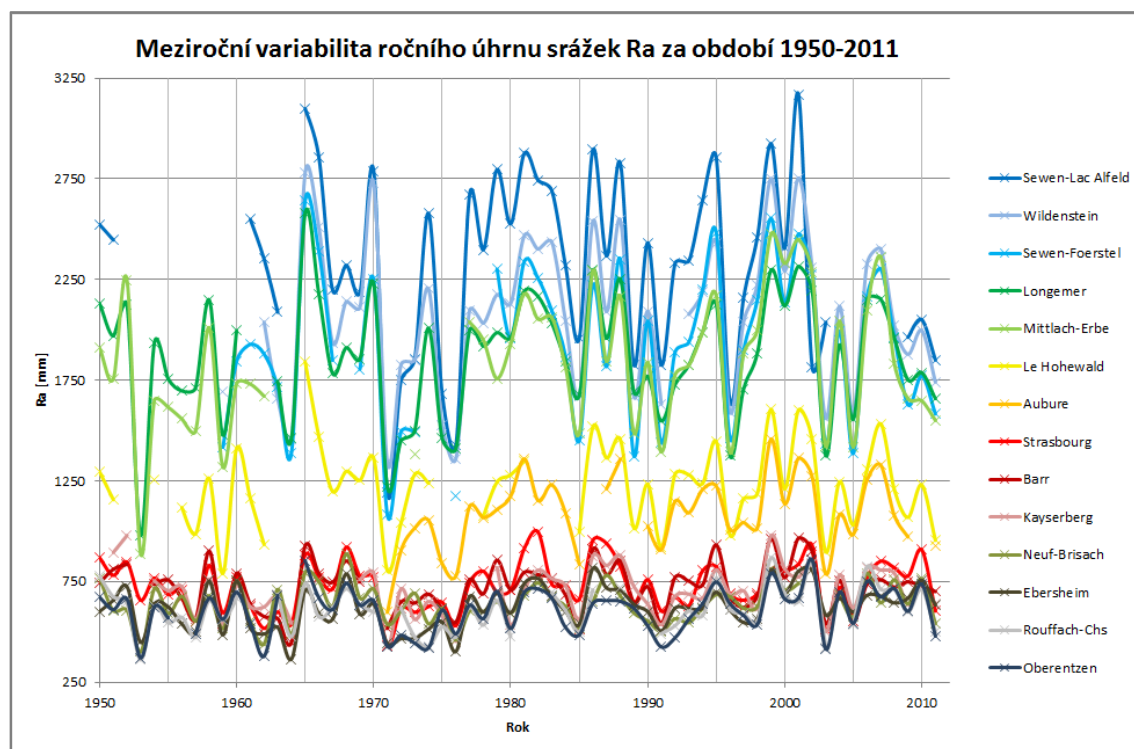
Nicméně tato metoda určování sezóny největší koncentrace srážek skýtá i několik problémů, které snižují vypovídací hodnotu výsledků. Omezenost výsledků tkví v tom, že když sečteme dva protilehlé vektory (o stejné absolutní hodnotě, ale opačného směru), dostaneme jako výslednou hodnotu nulu. A pokud se např. nejvyšší úhrn srážek vyskytne v březnu a druhý nejvyšší v září, jejich výsledný vektor (suma) bude menší právě v důsledku opačného směru těchto vektorů. Toto do jisté míry mohlo nastat v případě stanice *Aubure* (č. 7), u které mohla být velikost výsledného vektoru zmenšena vlivem druhotného letního (protilehlého) maxima srážek.

Nesmí nás ani zarazit, že na meteorologické stanici *Oberentzen* (č. 14) měsíc koncentrace srážek nenáleží do průměrného nejdeštivějšího měsíce srpna (Příloha 3), ale do července (konkrétně 5. 7.). Měsíc koncentrace srážek totiž odpovídá těžišti srážek průměrného roku - už pouhým okem z elipsoidu pro tuto stanici vidíme, že se jedná o přelom měsíců června a července. A právě v tom je výhoda této metody (rozložení na dvě souřadnice) oproti pouhému porovnávání průměrných měsíčních úhrnů srážek.

5.1.4 Meziroční variabilita srážek

U meziroční variability srážek byly zkoumány srážkově významné události a vývoj ročního úhrnu srážek v čase. Výsledek vývoje v čase pro 14 zkoumaných meteorologických stanic zaznamenává obr. 30, který dokládá, že některé časové řady úhrnu srážek nebyly souvislé, avšak díky tomu, že při výpočtu ročního úhrnu srážek byly vynechávány roky, během kterých došlo k výpadku měření, jsou skutečné řady souvislejší.

Variabilita srážek na první pohled vykazuje jednoznačnou časovou proměnlivost mezi roky 1950-2011. Patrné jsou také extrémy - maximální a minimální vrcholy grafu. Extrémně málo srážek bylo zachyceno v r. 1953, 1964, 1971, 1976, 1985, 1991, 1996, 2003 a 2005. Oproti tomu nejvlhčími roky byly 1965, 1970, 1974, 1983, 1986, 1988, 1993, 1999, 2001, 2007. Oba extrémy vyvolaly často další nepříznivé přírodní jevy jako sucho či povodně a svahové pohyby (dále viz kap. 6).

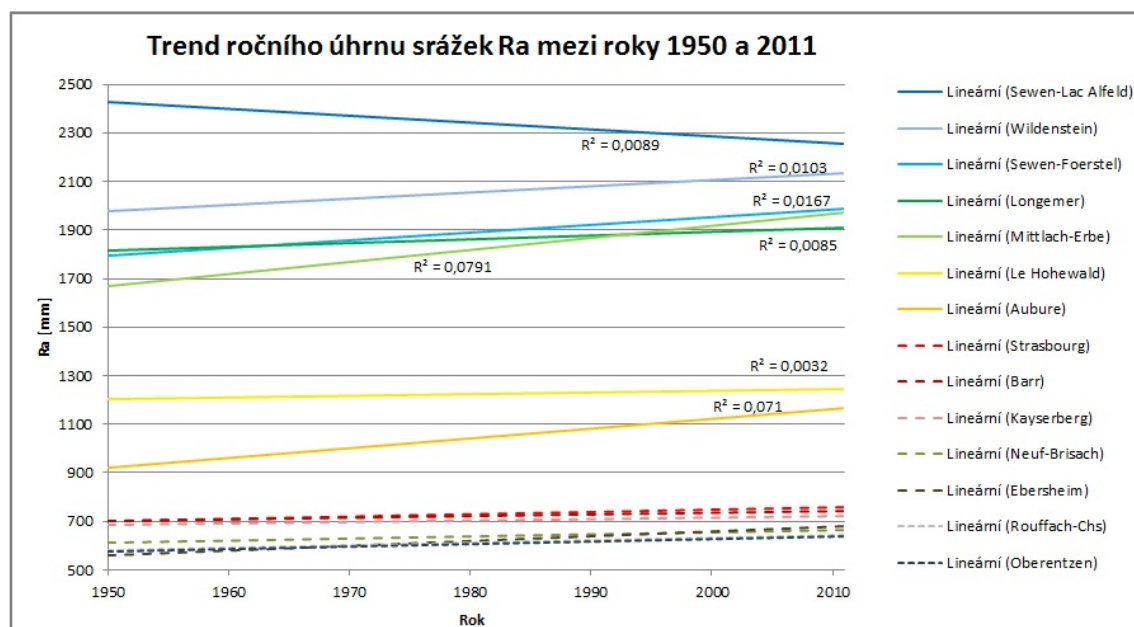


Obr. 30 Roční úhrn srážek mezi roky 1950-2011 pro 14 srážkoměrných stanic
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

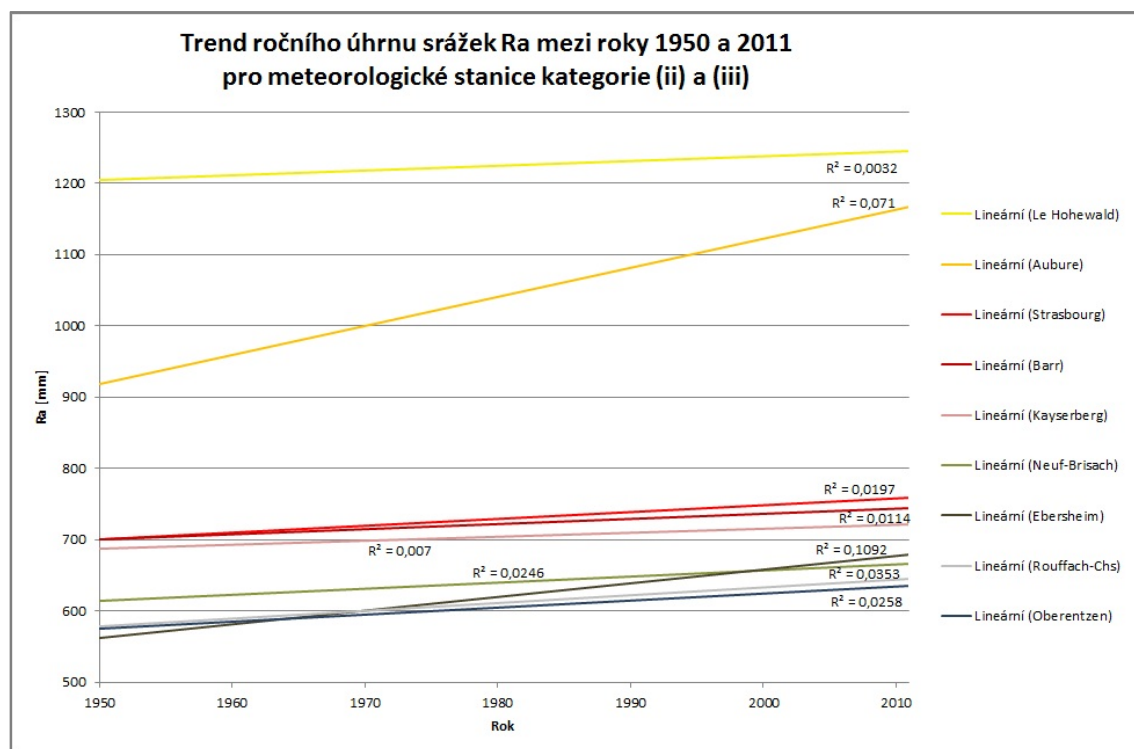
Zde je dobré zmínit, že obr. 30 dokládá, že extrémně vlhké roky jsou obvykle následovány extrémně suchými a naopak. Všimněme si např. vlhkého roku 1970, jenž byl následován suchým rokem 1971 či hodně suchého roku 1985 následovaného velmi vlhkým rokem 1986 anebo r. 2001, který byl evidentně nejvlhčím rokem na 14 stanicích a s ročním úhrnem 3 170 mm srážek na meteorologické stanici *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1), po němž se nejvíce projevil nedostatek srážek až o dva roky později, v roce 2003, kdy na stanici *Oberentzen* (č. 14) zaznamenaly druhou nejnížší hodnotu ročního úhrnu srážek - 414 mm (Příloha 4).

Věnujme se však také trendům úhrnů srážek. Jednotlivé křivky znázorňující roční úhrn srážek za jednotlivé roky zkoumaného období (obr. 30) byly proloženy lineární trendovou křivkou v klimatologii standardně užívanou (např. v Easterling, 2000). Výsledné křivky znázorňují obr. 31 a obr. 32. Pro lepší přehlednost byl pro meteorologické stanice kategorie (ii) a (iii) s celkově podstatně nižšími úhrny srážek vytvořen vlastní, podrobnější graf (obr. 32).

Všechny meteorologické stanice kromě *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1) jakoby vykazovaly kladný trend R_a , srážek by směrem k současnosti mělo přibývat, ovšem proti tomu stojí jednoznačně to, že hodnoty spolehlivosti R se blíží nule. Můžeme tak říci, že podle našich dat analýza vývoje ročního úhrnu srážek v posledních 62 letech nevykazuje žádný trend, i když z předchozího obrázku 30 lze spekulovat o stále častěji se vyskytujících extrémních hodnotách R_a (křivky jsou více rozkolísané).



Obr. 31 Trend ročního úhrnu srážek v období 1950-2011 na 14 zkoumaných stanicích
(zdroj dat: Météo-France, 2012)



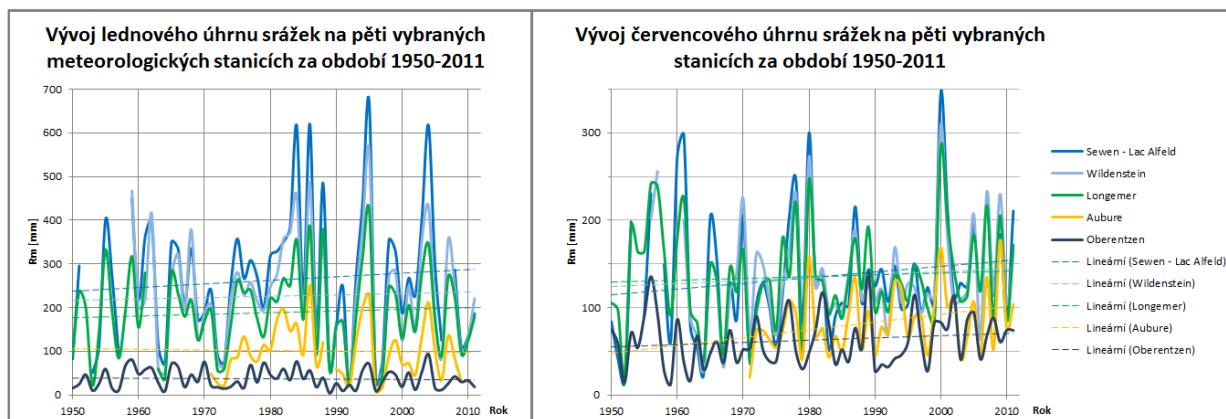
Obr. 32 Trend ročního úhrnu srážek v období 1950-2011 na stanicích kategorie (ii) a (iii)
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

5.1.5 Meziroční variabilita měsíčních úhrnů srážek

Dále jsme se zabývali meziroční variabilitou měsíčních úhrnů srážek, kdy byly porovnány standardně používané měsíce ledny a července mezi sebou. Nejprve se podíváme na trend lednového a červencového úhrnu srážek v období 1950-2011 (hodnoty viz Příloha 5) pro pět vybraných meteorologických stanic (obr. 21), který znázorňuje obr. 33. Podobně jako v případě vývoje R_a (obr. 30) můžeme pozorovat některé extrémní hodnoty jako např. vůbec nejvlhčí leden, resp. červenec mezi pěti vybranými meteorologickými stanicemi, který byl zaznamenán na stanici *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1), kde bylo v lednu roku 1995 naměřeno 670 mm srážek a v červenci roku 2000 347 mm.

Absolutní srážková měsíční minima mezi pěti stanicemi byla zaznamenána na stanici *Oberentzen* (č. 14) s 4,2 mm srážek v lednu roku 1989 a 12,6 mm v červenci roku 1959. Nejsušším lednem a červencem, které byly zaznamenány na více než jedné z pěti stanic (obr. 33 a Příloha 5), byl leden r. 1992 a červenec r. 1952.

Celkově je nutné upozornit, že na srážky méně či více bohatý měsíc (v našem případě leden či červenec) nemusí vůbec dokládat celkově suchý či srážkově abnormálně bohatý rok. Pokud porovnáme obr. 33 s obr. 30, nesetkáváme se na křivkách s minimy či maximy, která by odpovídala stejným rokům. Jistou roli zde mohl sehrát také faktor vybraných pěti stanic oproti všem 14.



Obr. 33 Vývoj a trend lednového a červencového úhrnu srážek na pěti vybraných stanicích za 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

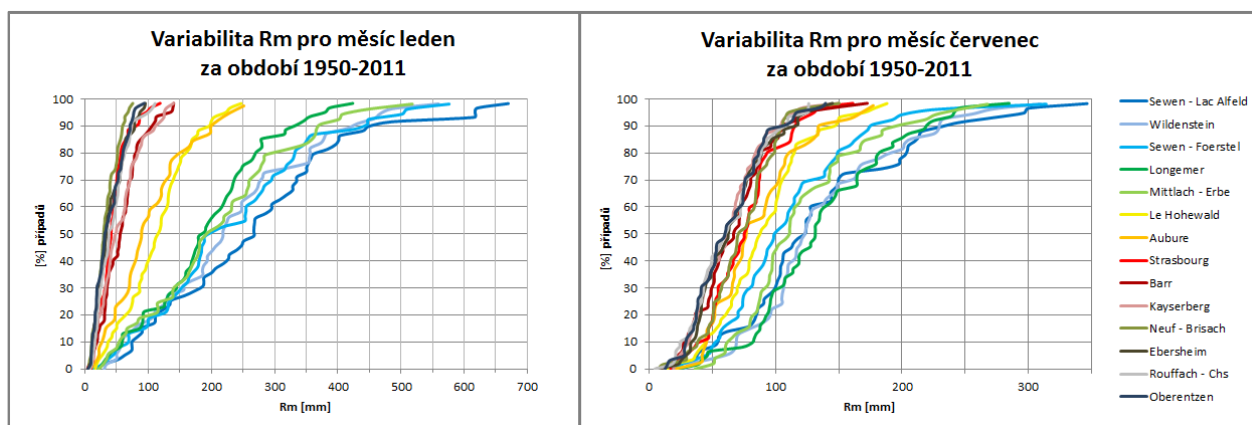
Na obr. 33 je celkem zajímavé, že meteorologické stanice nacházející se v pohoří Vogéz (obr. 22) sledují obdobný vývoj (minima a maxima prakticky v ty samé roky). Oproti tomu nížinná stanice *Oberentzen* (č. 14) v lednu sleduje tento vývoj pouze v omezené míře (to by však mohlo souviset s celkově nižšími úhrny na této stanici) a v červenci sice více, ale ne zase ve všech případech (např. v roce 1993 či 2000, kdy jde jakoby proti vývoji ostatních). Hlavně v lednu je také dobře patrné rozlišení stanic do tří kategorií – modře a zeleně (i), žlutě (ii) a černě (iii).

Pro znázornění trendu byly křivky proloženy opět linií (na obr. 33 čerchovaně). Koeficient spolehlivosti ovšem obdobně jako v případě *Ra* neposkytoval žádné uspokojivé výsledky, hodnoty se pohybovaly kolem nuly. Kdybychom se však drželi křivek, znamenalo by to, že úhrnů srážek na stanicích kategorie (i) ležících na návětrí a u hlavního hřebenu hor v lednu přibývá, zatímco na závětrných svazích a v nížině kategorie (ii) a (iii) nepatrně ubývá. V červenci by srážek přibývalo na všech stanicích. To je ale nekonsistentní s vědeckými poznatky hovořícími naopak o poklesu letních srážek (dle Söder et al., 2009).

Dále byla podle metody uvedené v kap. 4.2.3 zkoumána meziroční variabilita jednotlivých lednů a červenců na 14 meteorologických stanicích. Jednalo se o řadu seřazenou sestupně, resp. vzestupně. Výsledek znázorňuje obr. 34 (*Rm* znamená měsíční úhrn srážek) a interpretovat jej lze následovně: např. pro červenec a prvních pět meteorologických stanic v přibližně 25 % případů hodnota měsíčního úhrnu nepřekročí 100 mm srážek. Z tohoto obrázku můžeme také jednoznačně zjistit vyšší variabilitu srážek v zimě než v létě - křivky pro jednotlivé stanice jsou pro leden dále od sebe než pro červenec a oscilují ve větším rozmezí hodnot (od 4 do 670 mm oproti 13 až 347 mm pro červenec). Ale vzhledem k tomu, že lednové křivky se pro jednotlivé meteorologické stanice více přibližují přímkám než červencové, můžeme usuzovat, že srážky v lednu jsou v čase rovnoměrněji rozmístěny. Vezmeme-li v úvahu geografické umístění stanic (obr. 22), zjistíme, že celkově největší variabilitu srážek vykazují stanice nacházející se v pohoří

Vogéz (např. *Wildenstein*). Pro ty je také zajímavé, že suchých červenců se vyskytuje poměrně málo (např. *Mittlach – Erbe*), zatímco suchých lednů v nížině mnohem více (*Oberentzen*).

Dále můžeme pro měsíc leden pozorovat zřetelné rozdělení stanic do tří kategorií (viz kap. 5.1.2), dokonce i oba subtypy kategorie (ii) jsou dobře patrné. Pro měsíc červenec se naopak rozdíl mezi jednotlivými kategoriemi poměrně stírají.



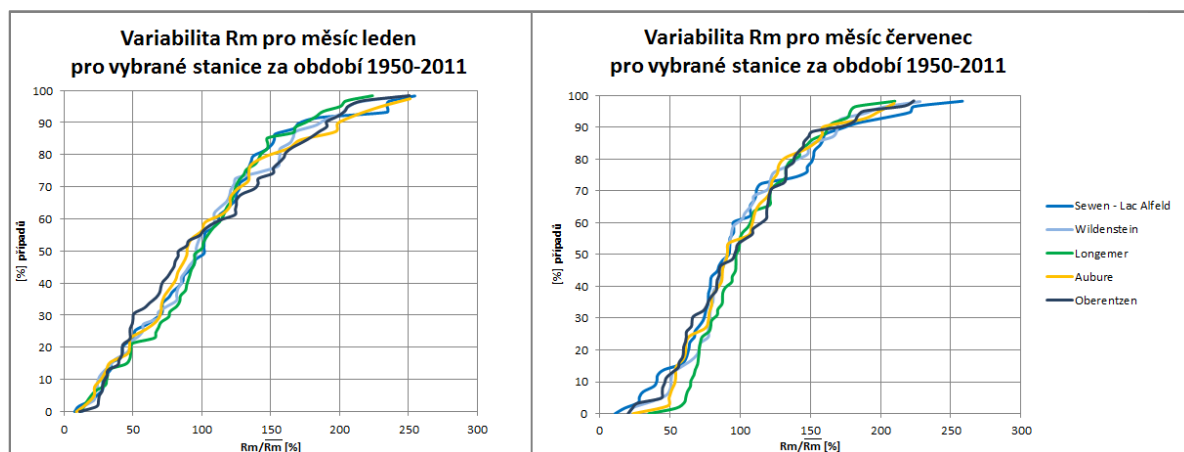
Obr. 34 Meziměsíční variabilita měsíců leden a červenec pro 14 zkoumaných stanic a období 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Celkově obr. 34 potvrzuje, že jsou srážky časově i prostorově variabilní – mezistaničně variabilnější v lednu (zimním období), než v červenci (letním období). Z Přílohy 5 lze zjistit, že rozdíl mezi nejsušším a nejvlhčím lednem na pěti vybraných stanicích tvoří až 665 mm. Pro červenec je to dvakrát méně - 334 mm (porovnáme-li celkově dlouhodobě nejvlhčí stanicí *Sewen – Lac Alfeld* s dlouhodobě nejsušší stanicí *Oberentzenem*). Zimní srážky jsou tedy oproti letním prostorově mnohem variabilnější. To má pravděpodobně souvislost s výrazněji vyjádřenou cirkulací atmosféry v zimním období (viz kap. 2.2.1) a častěji se vyskytujícími mimo-tropickými cyklónami přinášejícími do Vogéz hodně srážek (Gulev et al., 2001). S tím souvisí zesílený závětrný efekt právě v lednu, proto na lednových křivkách chybí levý chvost.

Oba grafy na obr. 34 byly odvozeny z absolutních hodnot. Pro horské oblasti s průměrně větším ročním úhrnem srážek (kap. 5.1.1) než v Hornorýnské nížině jsou rozhodující až řádově vyšší rozdíly ve srážkách (např. rozdíl 20 mm mezi dvěma ledny nehraje pro stanicí *Sewen – Lac Alfeld* při průměrném lednovém úhrnu srážek 263 mm takovou roli, jako pro stanicí *Oberentzen*, kde je průměrný lednový úhrn srážek roven pouze 37 mm). To jsme se pokusili vyřešit vztazením hodnot k průměrnému měsíčnímu úhrnu srážek a tím hodnoty standardizovat (pro daný měsíc a pro přehlednost pouze pro pět vybraných stanic).

Výsledek znázorňuje obr. 35. Z obrázku není na první pohled patrné, zda je variabilita srážek mezi jednotlivými ledny výrazně větší než mezi jednotlivými červenci, protože u nejméně běžných hodnot (do 20 % případů a od 90 % případů) se zdá, že variabilita v červenci je naopak větší, ačkoliv pro většinu křivky (od 20 do 90 % na ose y) je větší spíše

lednová variabilita (křivky jsou dále od sebe). Tím se tato problematika stává ještě složitější. Neopomeňme totiž, že čtyři z pěti vybraných meteorologických stanic se nacházejí v pohoří Vogéz, přičemž *Aubure* (č. 7), jakožto reprezentant první skupiny kategorie (ii), představuje stanici se stále převažujícím zimním maximem srážek nad letním (viz závěry výše). To vede k tomu, že právě křivky lednové variability jsou víceméně podobné, vyjma stanice *Oberentzen* (č. 14). Pro posledně zmíněnou stanici dále platí, že v intervalu nejběžnějších hodnot se její lednová křivka nejvíce odchyluje od tvaru teoretické kumulativní distribuční funkce oproti ostatním stanicím, což z předchozího grafu (obr. 34) nebylo vůbec patrné. Graf nám tak dokládá rozdílnost v ročním chodu srážek mezi jednotlivými stanicemi v tom smyslu, že leden (ledny) v pohoří se srážkově velmi odlišuje od ledna (lednů) v závětrí, tedy v nížině. To, že *Aubure* (č. 7) patří již do kategorie (ii), je z její lednové křivky též patrné. Od křivek pro stanice typu (i) se mírně odlišuje, ač ne v takové míře jako zmíněná stanice typu (iii) - *Oberentzen*.



Obr. 35 Variabilita lednového a červencového úhrnu srážek pro pět vybraných stanic v relativním vyjádření
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Červencová variabilita, jak již bylo řečeno, je u nejběžnějších hodnot nižší než lednová (ve středu pravého grafu jsou křivky blíže sebe), což je v souladu s očekáváním. Také zde výrazněji vidíme větší variabilitu srážek právě v červenci („zubatější“ křivky). To by mohlo souviset s tím, že na rozdíl od ledna, kdy bývá srážek celkově více, v červenci jsou úhrny nevyzpytatelné (např. Buizza et al., 1999). To je dáno poměrně chaoticky vznikajícími konvekčními jádry, která vykazují nejednoznačné prostorové a časové rozložení v letním období (McGuffie, Henderson-Sellers, 2005). V relativním vyjádření vidíme zřetelněji u července větší uplatnění odlehklých hodnot, zatímco pro leden díky jejich absenci naprosto chybí levý chvost.

Na závěr by bylo vhodné také poznamenat, že příště pro oblast Vogéz by bylo vhodnější porovnávat místo měsíců ledna a července měsíce prosinec a červen (či srpen) vzhledem k častěji se v tomto období vyskytujícím extrémním srážkovým událostem (viz vrcholy na obr. 33) a na základě vypočítané sezóny nejvyšší koncentrace srážek (kap. 5.1.3).

Kdybychom měli velmi stručně shrnout dosavadní poznatky, prostorová i časová variabilita srážek je ve zkoumané oblasti Vogéz skutečně značná, ať už co se týče ročního úhrnu, ročního chodu srážek, meziroční či meziměsíční variability. Na srážky jsou vůbec nejbohatší hřebenové oblasti Vogéz zařazené v kategorii (i), a to hlavně v zimním období (s maximem srážek v prosinci). Na závětrných svazích a těsně na hranici s nížinou - kategorie (ii) postupně roční úhrn ubývá a srážkové maximum se přesouvá do letního období (srpna), které se stává hlavním maximem pro stanice nacházející se v Hornorýnské nížině - kategorie (iii). To odpovídá předpokladu rostoucí kontinentality směrem na východ od Vogéz, kterou se budeme zabývat nyní.

5.2 Ombrická kontinentalita

Pro hodnocení stupně ombrické kontinentality byly vybrány některé výše uvedené charakteristiky (kap. 4.2.2). Vzhledem k tomu, že ročním úhrnem srážek jsme se detailněji zabývali v předchozí podkapitole, zde poznamenejme pouze to, že dle dosavadních výsledků průměrného ročního úhrnu srážek roste kontinentalita od západu na východ, resp. v nížině ve směru severozápad-jihovýchod. Vogézy tak tvoří jakousi hranici mezi typickým oceánickým klimatem se zimním maximem srážek a spíše kontinentálním podnebím v Hornorýnské nížině s naopak letním maximem srážek.

5.2.1 Doba polovičních srážek

Výsledné hodnoty výpočtu doby polovičních srážek (kap. 4.2.2) udává tab. 5. Do této tabulky jsme pro připomenutí připojili obrázek dokládající polohu 14 zkoumaných stanic a výsledky následně komentovaného Hruďčikova indexu. Z tab. 5 opět vidíme, že nejvyšší hodnoty jsou dosaženy u stanic, které se nacházejí v pohoří, naopak nejnižší u stanic nížinných. Tento výsledek je v souladu s očekáváním, neboť doba polovičních srážek je tím kratší, čím je klima oblasti kontinentálnější. Poznamenejme, že tato metoda výpočtu předpokládá dosažení stejného denního úhrnu srážek pro každý den daného měsíce a že výsledkem tak mohou být i hodnoty (v měsících) s desetinným místem.

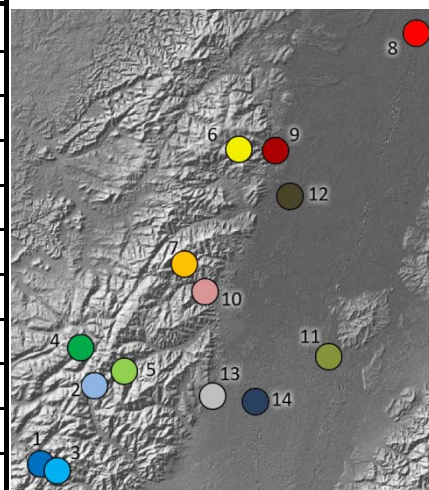
Vůbec nejvyšší hodnoty doby polovičních srážek (7,5 měsíce) dosahuje stanice *Sewen – Foerstel* (č. 3) následovaná nedaleko ležící stanicí *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1). Tyto stanice tak vykazují nejnižší stupeň ombrické kontinentality a jsou mezi 14 zkoumanými stanicemi nejmořeňatější. Vzhledem k tomu, že se nacházejí nejjižněji (tab. 2) a vzduch ve zkoumané oblasti proudí nejčastěji od jihozápadu (či západu), jeví se tento závěr správný.

Nejnižší hodnoty doby trvání polovičních srážek (4,7 měsíce) je dosaženo na stanici *Neuf – Brisach* (č. 11). Toto minimum značí největší stupeň kontinentality mezi stanicemi, což podle polohy stanice (v rámci tab. 5) souhlasí s předpoklady. Nejvýchodnější stanice *Strasbourg* (č. 8) už není Vogézami tak výrazně ovlivněna (viz kap. 5.1.1) vzhledem ke snižující se výšce pohoří od jihu na sever. Jediné, co jde proti správnosti tohoto výsledku, je naměřený relativně vyšší

průměrný roční úhrn srážek na této stanici (kap. 5.1.1) i přes její nepřetržitou řadu. Ten by se měl podle definice s rostoucí kontinentalitou snižovat.

Tab. 5 Doba polovičních srážek a Hrudičkův index kontinentality pro 14 stanic
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Číslo a název stanice	Doba polovičních srážek [měsíc]	Hrudičkův index kontinentality k [%]
1 Sewen - Lac Alfeld	7,4	0,9
2 Wildenstein	7,2	1,66
3 Sewen – Foerstel	7,5	0,56
4 Longemer	6,8	3,07
5 Mittlach – Erbe	7,2	1,55
6 Le Hohewald	6,5	5,15
7 Aubure	6,5	5,35
8 Strasbourg	4,9	16,94
9 Barr	5,7	10,95
10 Kayserberg	5,6	11,74
11 Neuf – Brisach	4,7	21,73
12 Ebersheim	4,9	18,17
13 Rouffach – Chs	5,1	16,24
14 Oberentzen	5	17,96



Podíváme-li se na hodnoty pro doby polovičních srážek dalších stanic, zjistíme, že dochází ke zřetelnému poklesu doby trvání polovičních srážek od stanic kategorie (i) po stanice kategorie (iii). Obě skupiny kategorie (ii) jsou také jasně rozeznatelné. Kdybychom však výsledné hodnoty zaokrouhlili na celá čísla (měsíce), zjistili bychom, že první skupina se de facto překrývá s kategorií (i) - kromě stanice *Sewen - Foerstel*, zatímco druhá skupina kategorie (ii) by zůstala samostatná (s hodnotou 6 měsíců).

Pokud se podíváme na rozpětí dosažených hodnot (4,7-7,5 měsíce) a srovnáme-li ho s definicí, musíme konstatovat, že žádná z našich stanic nevykazuje vyloženě kontinentální klima (to pouze pro hodnoty okolo 3 měsíců) a správné označení u stanic kategorie (iii) by tedy bylo „stanice vyznačující se kontinentálnějšími prvky klimatu“, namísto stanice „s kontinentálním klimatem“.

Nakonec z hodnot doby polovičních srážek opět docházíme k závěru, že Vogézy pozměňují klima východně od nich. Způsobují přechod od ryze oceánického návětří a nejbližšího okolí hlavních hřebenů ke klimatu s dominujícími kontinentálními prvky v Hornorýnské nížině. I tak by však některé úpravy této metody byly žádoucí, jako např. zahrnutí nerovnoměrného rozložení srážek v měsíci.

5.2.2 Index ombrické kontinentality podle Hruďičky (1933)

Hodnoty tohoto indexu k , které byly vypočítány podle vzorce (5), dokumentuje tab. 5. Vidíme, že výsledky jsou obdobné jako u doby polovičních srážek. Meteorologická stanice, která vykazuje nejvíce oceánický roční chod srážek, je *Sewen – Foerstel* (č. 3). Tato stanice dosahuje hodnoty 0,6 %. Právě při takto extrémně nízké hodnotě narážíme na spolehlivost měření na této stanici (Příloha 2), protože podle samotného Hruďičky (1933) či Noska (1972) je v mírných zeměpisných šířkách Eurasie místem s nejnižší hodnotou $k = 0,8$ % Tórshavn, hlavní město Faerských ostrovů. Zde se ovšem můžeme ptát, nakolik je empirický vzorec použitelný pro další oblasti. Odčítáme-li pokaždé v čitateli hodnotu „35“, pak při výskytu srážek za letní polovinu roku (I) představujících méně než 35 % celkového ročního úhrnu vyjde čítec a tím i výsledek záporně. Jako příklad uvedme Brest v Bretani, pro který I vychází 34,8 % (po zaokrouhlení je výsledek roven nule), či stanici Valentia v Irsku, kde I vyjde 33,6 % a výsledek k je tedy menší než nula (Mühr, 2011).

Nejvyšší hodnoty k a tedy nejvyšší stupeň kontinentality dosahuje meteorologická stanice *Neuf – Brisach* (č. 11) jako u předchozího indexu. Z tohoto důvodu se můžeme domnívat, že tato stanice ovlivněná závětrím Vogéz nejsilněji, má skutečně nejvíce kontinentální roční chod srážek, ačkoliv neleží nejvýchodněji. To je také dobře vidět z pravého grafu obr. 26 (viz kap. 5.1.2), kde jsou zimní srážky jednoznačně minimální oproti převažujícím letním (s maximem v červnu a srpnu).

Z hodnot Hruďičkova indexu kontinentality dále shledáváme, že stanice *Longemer* (č. 4), jediná ležící na návětrném svahu Vogéz, vykazuje opět kontinentálnější roční chod srážek, než stanice nacházející se blíže hřbetu. To je také v souladu s ročním chodem srážek na obr. 25, na kterém vidíme, že rozdíl v úhrnu srážek mezi zimním obdobím a letním není tak velký, jako v případě ostatních stanic kategorie (i). Tato stanice se z důvodu již zmiňovaného jeví asi více kontinentální ($k = 3$ %) vlivem převažující jihozápadní povětrnostní situace. Srážkoměrná stanice *Sewen - Lac Alfeld* (č. 1) a *Sewen – Foerstel* (č. 3) ležící jihozápadněji jsou logicky oceáničtější. Stanice *Wildenstein* (č. 2) nacházející se blízko hlavního hřebene, která vykazuje vyšší průměrný roční úhrn srážek, by měla být rovněž oceáničtější a podobně je tomu také u stanice *Mittlach – Erbe* (č. 5). Můžeme se ptát, zda by výsledky nebyly jiné, kdybychom znali historii měření (metadata) na jednotlivých stanicích.

Tab. 5 nám z hodnoty k vymezuje přesněji jednotlivé stanovené kategorie stanic, než tomu bylo v případě doby polovičních srážek: stanice (i) s výrazným srážkovým maximem v zimě dosahují $k < 3,1$ %; stanice (ii) s výraznějším zimním maximem srážek oproti letním $k \approx 5$ % a s výraznějším letním maximem srážek oproti zimním $k \approx 11, 12$ %; nakonec stanice (iii) s jediným výrazným srážkovým maximem v létě, pro něž je k v intervalu od 16 do 22.

Podle Hruďičky (1933) však ombrický nejkontinentálnější oblast středních zeměpisných šířek, oblast kolem řeky Amur na SV Ruska dosahuje $k = 95$ %. Tato hodnota indexu dokládá,

že na 14 námi zkoumaných stanicích maximální hodnota $k = 21,73 \%$ reprezentuje z pohledu Eurasie pouze okraj oceánického klimatu. Stěží bychom jej mohli nazvat jako přechodné. Vogézy jsou z makroregionálního hlediska nepodstatné, ale z hlediska regionálního kontextu pozměňují roční chod srážek v jejich závětrí jednoznačně.

5.2.3 Index nerovnoměrnosti ročního chodu srážek podle Markhama (1970)

Index nerovnoměrnosti ročního chodu srážek F byl počítán pouze pro pět vybraných meteorologických stanic (obr. 21) podle vzorce (6) uvedeného v kap. 4.2.2. Tam jsme také zjistili, že čím větší je hodnota indexu F , tím je rozložení srážek v roce méně rovnoměrné a sklon k ombrické kontinentalitě větší. Když jsme ale vycházeli z průměrných měsíčních a ročních úhrnů pro jednotlivé stanice, byly hodnoty F skoro přesně opačné, než by se podle polohy stanic a předchozích závěrů dalo očekávat (tab. 6). Z tabulky např. vidíme, že stanice *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1), dosud považovaná za jednu z nejocéáničtějších, vykazuje nejvyšší hodnotu F (19 %) a dle definice má tudíž „nejvíce nevyrovnaný“ roční chod srážek, čímž by měla být naopak nejvíce kontinentální (v porovnání s ostatními z pěti vybraných zkoumaných stanic).

Na rozdíl od toho by se podle hodnoty F nejvíce oceánickou stanicí jevila stanice *Aubure* (č. 7) s $F = 5 \%$, která ovšem dle ostatních výše uvedených výsledků vykazuje jednoznačně stanici stojící na pomezí mezi dominujícím zimním a letním srážkovým maximem, která proto patří podle našeho členění do kategorie (ii) a nikoliv do (i).

Tab. 6 Hodnota F pro pět vybraných stanic za období 1950-2011 (zdroj dat: Météo-France, 2012)

Srážkoměrná stanice (číslo)	F [%]
Sewen - Lac Alfeld (1)	19
Wildenstein (2)	15
Longemer (4)	10
Aubure (7)	5
Oberentzen (14)	14

Ani vztah s nadmořskou výškou není odpovídající, kdy podle Tolasze et al. (2007) mají vyšší polohy vykazovat nižší hodnoty indexu F (jako např. pohraniční hory ČR), zatímco nižší polohy (oblasti kotlin) naopak vyšší hodnotu F . To můžeme vidět, porovnáme-li tab. 6 s dříve uvedenou tab. 2 (viz kap. 4.1). Určitě zde dochází ke stejné chybě (mohou být „vynulovány“ opačné vektory o stejné velikosti) jako v případě použití metody určování sezóny největší koncentrace srážek (kap. 5.1.3).

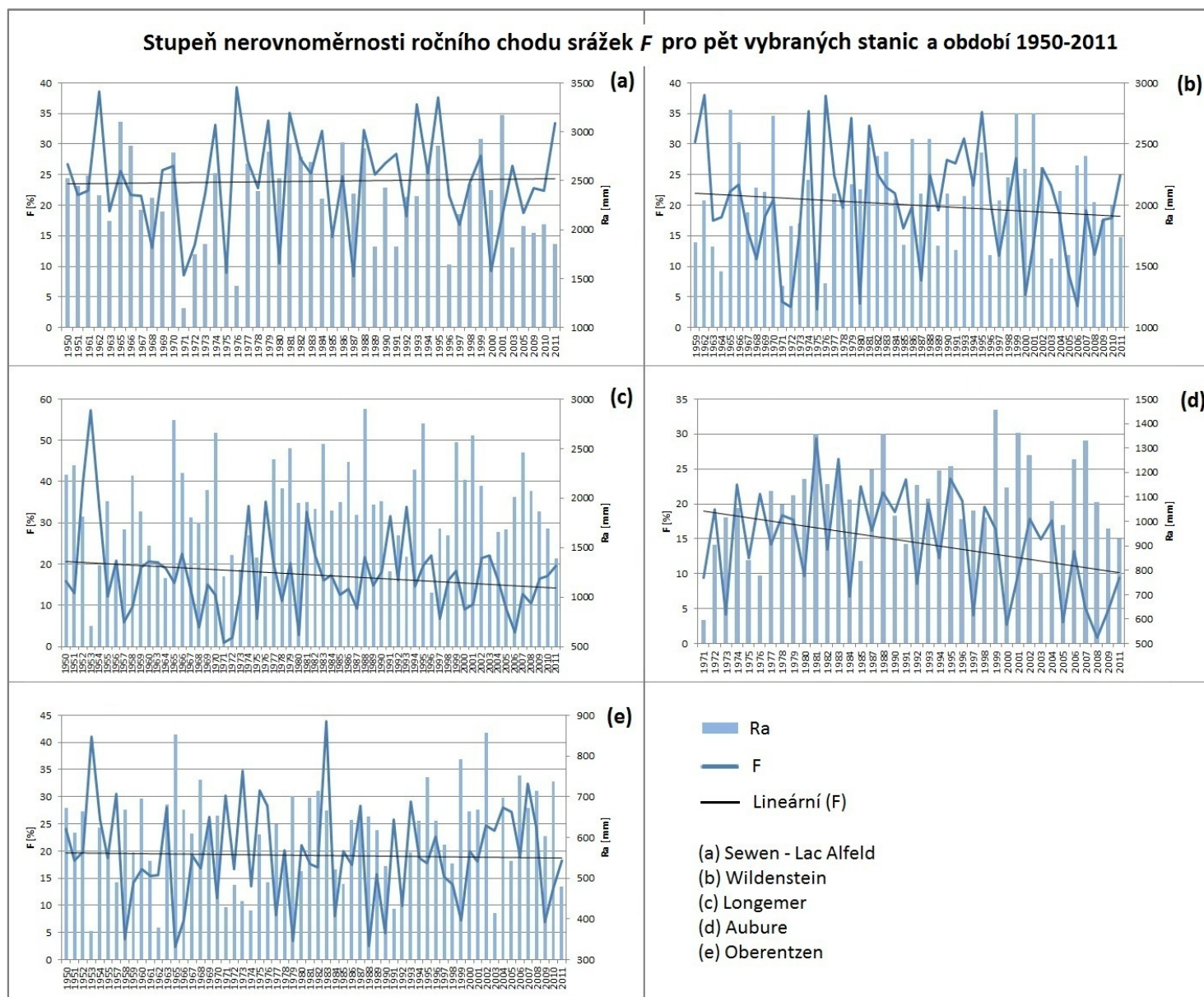
Z důvodu relativně nehodnověrných výsledků F a inspirován postupem v Atlase podnebí Česka (Tolasz et al., 2007), jsme následně z období 1950-2011 spočítali hodnoty indexu pro každý rok, který vykazoval nepřerušená pozorování. Výsledný graf, do kterého byl ještě sloupcově vynesena roční úhrn srážek Ra a lineární trend indexu F , je znázorněn na obr. 36. Tento graf ukazuje, jak hodně meziročně kolísal charakter ročního chodu srážek na všech pěti

vybraných meteorologických stanicích. K největší fluktuaci dochází na stanici *Longemer* (c), na které hodnota F kolísá od 1 % do 57 %. To může být spjato s tím, že z této stanice máme oproti dalším čtyřem vybraným nejdelší časovou řadu (pro 60 let – viz Příloha 2). Rozmezí, ač zpočátku zarážející, je evidentně v normě – např. na meteorologické stanici Praha-Klementinum index F fluktoval mezi roky 1800 až 2000 od 2,5 % do 56 % (Tolasz et al., 2007, s. 79). Zde se také uvádí, že toto kolísání je „projevem meziroční proměnlivosti srážek“.

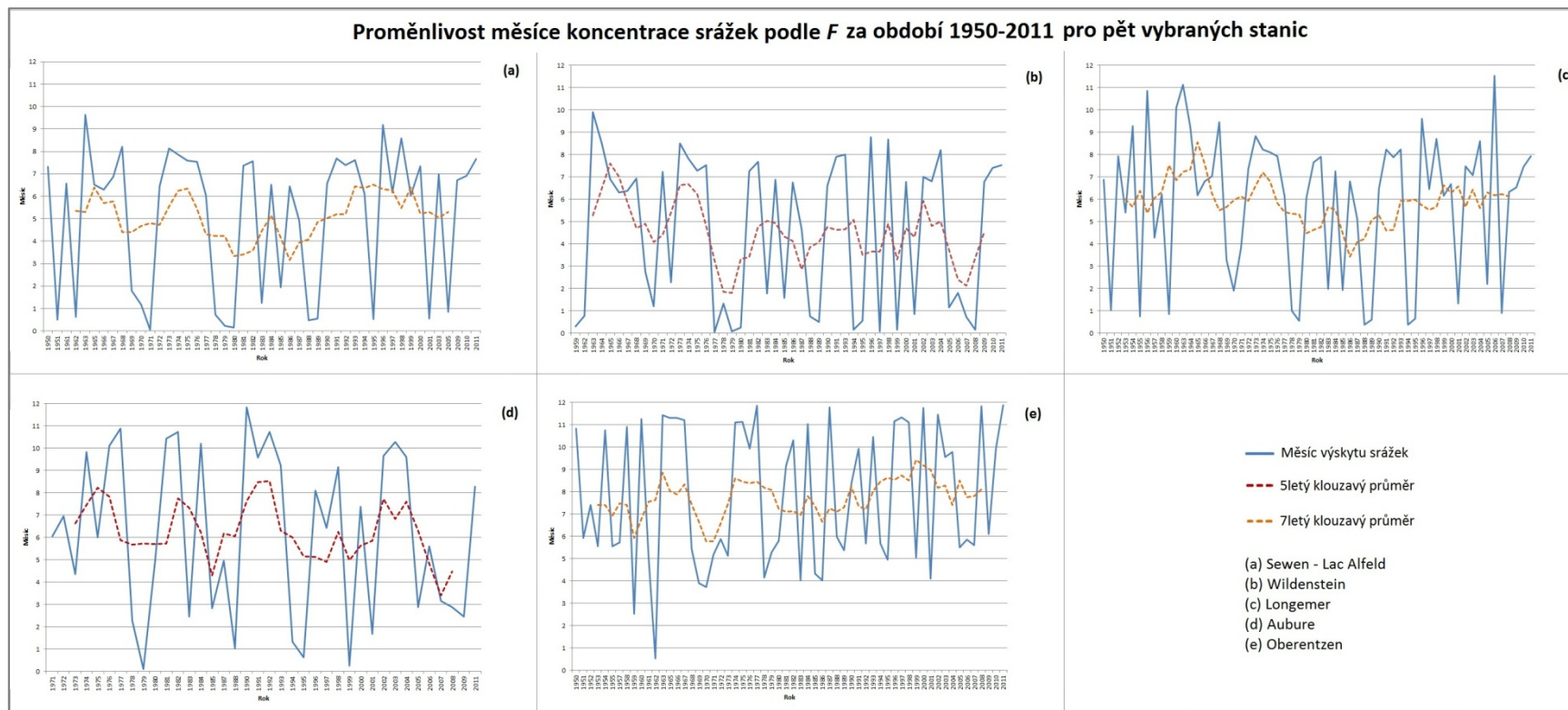
Grafy zároveň demonstrují, že nelze vyvodit žádný vztah mezi F a R_a , neboť budeme-li sledovat např. extrémy, které jsou nejlépe čitelné, zjistíme, že vysoká hodnota F jednou odpovídá i vysokému ročnímu úhrnu srážek (jako v případě stanice *Aubure* (d) r. 1981), zatímco podruhé je vysoká hodnota F doprovázena naopak extrémně nízkým ročním úhrnem (např. na stanicích *Sewen – Lac Alfeld* (a) r. 1976, *Longemeru* (c) r. 1953 či *Oberentzenu* (e) téhož roku). Na druhou stranu však většina extrémně vysokých ročních úhrnů srážek nesouvisí ani s vysokou ani nízkou hodnotou F (např. vůbec nejvyšší roční úhrn srážek 2780 mm naměřený na stanici *Wildenstein* (b) odpovídá pouze běžné hodnotě $F = 22$ %, přičemž F kolísá od 3 do 38 %).

Ani u trendu indexu F nemohou být z grafu konstatovány žádné závěry, ačkoliv s výjimkou stanice *Sewen – Lac Alfeld* (a) pozorujeme na všech ostatních klesající tendenci. Důvodem jsou podobně jako v případě průběhu R_a (kap. 5.1.4) hodnoty spolehlivosti pohybující se v těsné blízkosti nuly (v řádech setin). Čistě hypoteticky by se dalo spekulovat o tom, že pokud roční úhrn srážek narůstá (obr. 31, kap. 5.1.4) a F se naopak snižuje, klima se oceanizuje. To by dokonce odpovídalo i závěrům některých prací pro oblast (Söder et al. 2009).

Další grafy, které byly v souvislosti s Markhamovým ukazatelem nerovnoměrnosti ročního chodu srážek sestaveny pro pět vybraných meteorologických stanic, jsou znázorněny na obr. 37 a měly by vyjadřovat kolísání měsíce koncentrace srážek v čase. Opět jsem se inspirovala Atlasem podnebí Česka (Tolasz et al., 2007), i když ke shlazení dat jsem místo Gaussova filtru použila klouzavé průměry (5leté a 7leté – podle délky měření a aby co nejlépe odpovídaly datům). Podle hodnot a amplitudy křivky můžeme často pozorovat vysokou meziroční proměnlivost měsíce koncentrace srážek v čase (někdy dokonce od ledna do prosince). Patrné je to hlavně u stanic *Longemer* (c), *Aubure* (d) a *Oberentzen* (e), kde by průměrně byl měsíc koncentrace srážek situován do letní poloviny roku. Nad tímto poznatkem jsme se hlouběji zamysleli. To nás vedlo ke zjištění, že z matematického hlediska nelze k vektorům přistupovat stejně jako k číselným hodnotám a spojování jakoukoliv křivkou proto není opodstatněné. Z tohoto důvodu nejsou hodnoty v souladu jak s výpočtem měsíce koncentrace srážek v (kap. 5.1.3), tak s předchozími výsledky. Jediné, jak by graf kolísání měsíce koncentrace srážek vypočítaného podle F mohl být vytvořen, by bylo za použití bodového vyjádření a bez proložení trendem. Nelze spojovat rok s měsícem koncentrace srážek pro prosinec s rokem následujícím, který jej má v lednu apod. (jako např. na stanici *Longemer* (c) mezi roky 2006 a 2007), neboť průměrem získáme cca polovinu července, avšak správně je pomezí prosince a ledna.



Obr. 36 Stupeň nerovnoměrnosti ročního chodu srážek F podle Markhama pro pět vybraných stanic za období 1950-2011 (zdroj dat: Météo-France, 2012)



Obr. 37 Proměnlivost měsíce koncentrace srážek určeného podle Markhamova indexu F pro pět vybraných stanic a za období 1950-2011
 (zdroj dat: Météo-France, 2012)

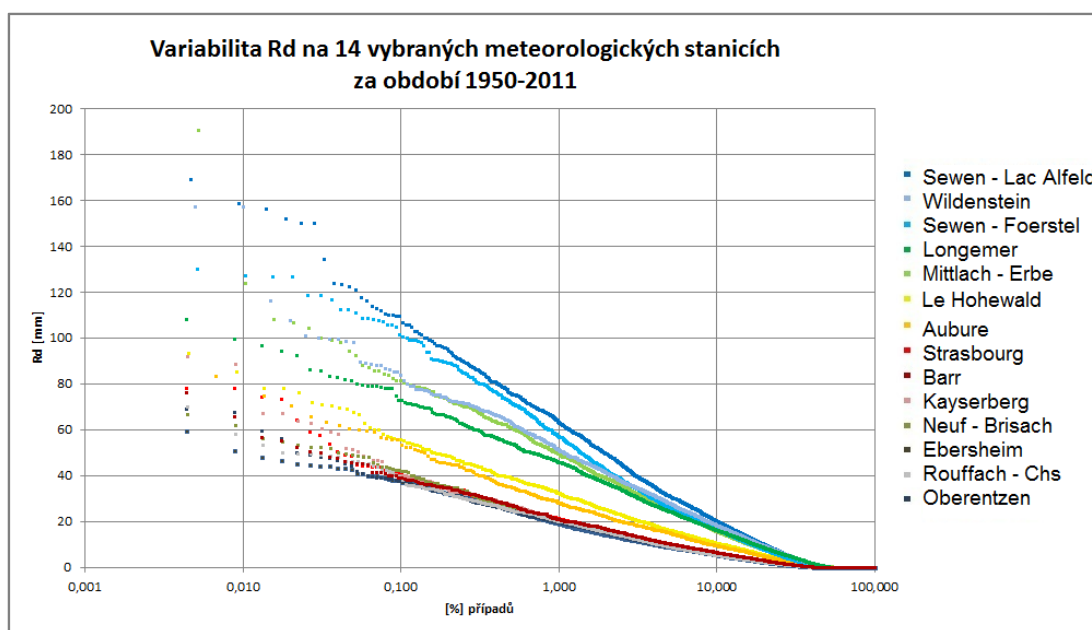
Pozn.: Měsíce, znázorněné na ose y, je nutno chápat tak, že pokud jsou srážky koncentrovány např. do ledna, hodnota se bude pohybovat v intervalu $\langle 0,1 \rangle$.

Markhamova metoda určování stupně kontinentality prostřednictvím nerovnoměrnosti srážek vykazuje určité nedostatky z hlediska zkoumání oceáničtějších oblastí, protože pro dvě kontinentálnější meteorologické stanice Praha-Klementinum a Brno vykazovala odpovídající hodnoty (Tolasz et al., 2007, s. 79). Můžeme se tedy domnívat, že index F vyjadřující stupeň nerovnoměrnosti ročního chodu srážek bude vycházet vyšší nejen pro ryze kontinentální, ale též oceánické oblasti. Nule se bude blížit v oblastech, které vykazují jedno srážkové maximum v zimě, druhé v létě. To by odůvodňovalo i nejnižší hodnotu získanou pro stanic *Aubure* (d), která reprezentuje kategorii (ii), kde i vektor měsíce koncentrace srážek byl v kap. 5.1.3 nejkratší.

Celkově, z hlediska ombrické kontinentality oblasti Vogéz jsou jednoznačně nejoceáničtější stanice nacházející se nejblíže hlavnímu hřebenu a v západní části zkoumané oblasti, zatímco nejkontinentálnější jsou stanice ležící v závětrří v Hornorýnské nížině a na jihovýchodně (*Neuf – Brisach* apod.). Metod ke zkoumání ombrické kontinentality, resp. oceánity bylo použito několik. Většina vykazovala obdobné výsledky až na standardní užití Markhamova indexu. Výsledky jsou v souladu s dříve stanovenými kategoriemi stanic, tedy projevem ročního chodu srážek.

5.3 Variabilita denních úhrnů srážek

Pro denní úhrny srážek, které představovaly největší časové rozlišení, jež jsme měli k dispozici, byla zkoumána inter-denní variabilita srážek podle postupu uvedeného dříve (kap. 4.2.3). Za tímto účelem byly zkonstruovány křivky pro všech 14 zkoumaných stanic, jejichž výsledný graf znázorňuje obr. 38.

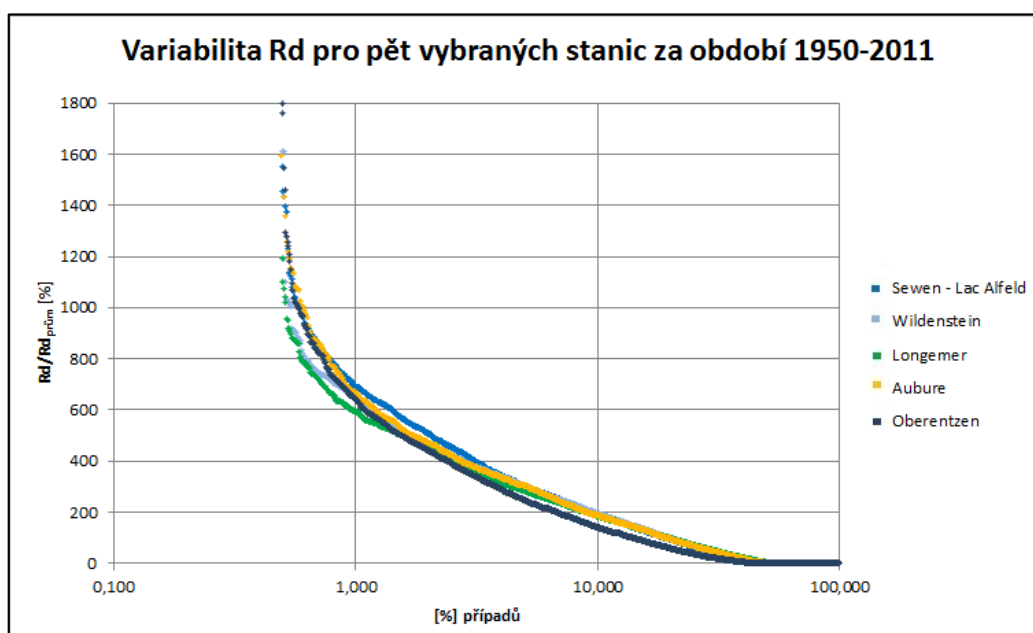


Obr. 38 Variabilita denních úhrnů srážek Rd na 14 zkoumaných stanicích mezi roky 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Pozn.: Osa x je znázorněna v logaritmické škále.

Jako u variability R_m (kap. 5.1.5) shledáváme i u variability denních úhrnů srážek R_d , že největší mezistaniční rozdíly jsou zaznamenány na stanicích kategorie (i), které leží nejzápadněji a v horách. Docela zajímavé je, že více méně nedochází k překryvu křivek mezi stanicemi jednotlivých stanovených kategorií, a to ani u málo se vyskytujících extrémních denních úhrnů srážek. Tedy dokonce i v denním rozlišení se evidentně uplatňuje vliv Vogéz na prostorové a časové rozložení srážek - daleko více jsou srážkami dotovány stanice v pohoří, méně na závětrných svazích a nejméně v Hornorýnské nížině. K jedinému překryvu dochází mezi kategorií stanic (iii) a druhou skupinou kategorie (ii), kdy např. odlehlé body křivky pro stanici *Strasbourg* (č. 8) někdy leží výše než pro stanici *Kayserberg* (č. 10). To může souviset s nahodilostí vzniku extrémních úhrnů.

Vzhledem k tomu, že v absolutních hodnotách se zdají být nejvíce variabilní horské stanice, rozhodli jsme se graf upravit, aby vyjadřoval relativní hodnoty (podobně jako u obr. 34 v kap. 5.1.5). Pro pět vybraných stanic byly hodnoty vyjadřující R_d na ose y vyděleny průměrným R_d pro danou stanici (průměrný R_d byl určen pouze ze dnů se srážkami). Výsledek znázorňuje obr. 39.



Obr. 39 Variabilita R_d v relativním vyjádření pro pět vybraných stanic za 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Pozn.: Osa x i y je znázorněna v logaritmickém měřítku a osa y znázorňuje R_d vydělený průměrným R_d , v %.

Obr. 39 nám jednoznačně dokumentuje, jak odlišný je průběh křivky pro stanice nacházející se ve Vogézách a pro stanici *Oberentzen* (č. 14), jedinou (z pěti vybraných) ležící v Hornorýnské nížině. Průběh křivky pro tuto stanici má totiž daleko menší rozpětí hodnot na ose x i y . Právě z tohoto důvodu můžeme tvrdit, že variabilita denních úhrnů srážek na závětrných stanicích v nížině se výrazně odlišuje od variability dosažené na stanicích v pohoří

Vogéz. Pro oceánické stanice kategorie (i) dále platí, že ve více než 50 % dnů sledovaného období docházelo ke srážkám, zatímco u závětrné stanice *Oberentzen* (č. 14) to bylo jen kolem 40 % dnů. To nám opět dokládá, že srážky jsou koncentrovanější u stanic kategorie (iii), zatímco stanice kategorie (i) mají srážky v čase rovnoměrněji rozložené (jako např. *Wildenstein*).

V relativním vyjádření u extrémních hodnot pozorujeme, že k nim dochází daleko více v závětrí než ve Vogézách (*Oberentzen*). To by mohlo souviset s již zmíněným větším podílem konvektivních srážek na těchto stanicích (kap. 5.1.2).

Podívejme se ještě krátce na průměrné denní úhrny srážek \overline{Rd} , které znázorňuje tabulka 7. Vidíme, že největšího \overline{Rd} dosahují oceánické stanice kategorie (i), směrem k závětrným svahům dochází k poklesu na 5,2 mm pro *Aubure* (č. 7) reprezentující kategorii (ii), až po nejnižší denní úhrny srážek průměrně naměřené na stanicích kategorie (iii) v závětrí. Rozptyl hodnot je pro pět vybraných stanic poměrně výrazný (od 4 do 11 mm za den).

Tab. 7 Průměrný denní úhrn srážek \overline{Rd} pro pět vybraných stanic za období 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France, 2012)

Meteorologická stanice	Průměrný Rd [mm]
Sewen - Lac Alfeld (1)	10,90
Wildenstein (2)	9,74
Longemer (4)	9,03
Aubure (7)	5,20
Oberentzen (14)	3,83

Podívejme se nyní na dny, při kterých bylo dosaženo maximálního úhrnu srážek na všech 14 zkoumaných meteorologických stanicích. K tomuto účelu byla vytvořena tab. 8 znázorňující datum tří největších denních úhrnů srážek, které byly zaznamenány na každé ze 14 zkoumaných meteorologických stanic. Jako minimum byly vybrány tři nejvyšší úhrny srážek, které mohou dokumentovat, zda k extrémním srážkám denního rozlišení dochází přibližně ve stejný měsíc či nikoliv. Z tabulky vidíme, že kromě stanice *Rouffach – Chs* (č. 13) se extrémy vyskytly v různých měsících a často dokonce jak v letní, tak i zimní polovině roku jako např. na meteorologické stanici *Longemer* (č. 4) či *Neuf – Brisach* (č. 11).

Na základě denních extrémů srážek však nelze zůstat u řazení stanic do našich tří kategorií. Do kategorie (i) s maximem srážek v zimní polovině roku by totiž patřily pouze dvě stanice (*Sewen – Lac Alfeld* a *Sewen – Foerstel*) a do kategorie (iii) pouze čtyři (*Strasbourg*, *Kayserberg*, *Rouffach – Chs* a *Oberentzen*). Na zbývajících osm meteorologických stanic bychom museli nahlížet jako na stanice kategorie (ii). Tato značná rozkolísanost doby výskytu maximálních denních úhrnů srážek nám tak pouze dokazuje, jak jsou srážky velmi časově proměnlivé (obdobně jako u obr. 30 a obr. 33).

Tab. 8 Tři největší denní úhrny srážek na 14 stanicích za období 1950-2011
(zdroj dat: Météo-France)

Meteorologická stanice	Datum	Denní úhrn [mm]	Datum	Denní úhrn [mm]	Datum	Denní úhrn [mm]
1 Sewen - Lac Alfeld	29.12.2001	169,1	19.3.2002	158,4	14.2.1990	156,2
2 Wildenstein	30.5.2000	157,1	12.1.1962	157	14.2.1990	116
3 Sewen – Foerstel	22.10.1986	130	14.2.1990	127,1	13.1.2004	126,8
4 Longemer	16.11.1964	107,8	17.1.1965	99,5	12.8.2008	96,8
5 Mittlach - Erbe	30.5.2000	190,5	19.3.2002	123,5	14.2.1990	108
6 Le Hohewald	14.2.1990	93,4	17.6.1970	85,1	9.6.1953	78
7 Aubure	14.2.1990	83,1	21.12.1991	74,6	24.5.1983	70,6
8 Strasbourg	3.6.1981	78,2	23.5.1978	77,8	27.7.2008	74
9 Barr	6.11.1979	76	3.7.2009	65,6	17.6.1970	56,6
10 Kayserberg	20.6.2007	92	8.8.1984	88,6	26.6.1960	67,2
11 Neuf – Brisach	11.6.1966	66,7	26.6.1960	62	9.12.1954	55,9
12 Ebersheim	8.5.2003	59,5	16.7.2002	50,7	6.2.1958	48
13 Rouffach – Chs	21.7.1972	70	10.7.1989	58	25.7.1969	53,3
14 Oberentzen	15.8.1979	68,9	10.7.1989	67,6	17.6.1970	59,2

Pozn.: Absolutně nejvyšší denní úhrn srážek je spolu se stanicí a datem vyznačen tučně a je podtržen. Zeleně jsou označeny denní úhrny, které se vyskytly v zimní polovině roku (od října do března), oranžovohnědě denní úhrny naměřené v letní polovině roku (od dubna do září).

Z tabulky je jednoznačně patrné, že absolutně největších denních úhrnů srážek je dosaženo na stanicích ležících v západní části oblasti Vogéz, ve vyšších polohách a co nejbližej hlavního hřebetu pohoří (od 100 do téměř 200 mm srážek za den), zatímco u závětrných svahů (*Le Hohewald*) a směrem dále do nížiny se extrémní hodnoty výrazně snižují - postupně skoro až na čtvrtinu největšího úhrnu (na cca 50 až 60 mm srážek). To je v souladu s obr. 38 (poloha stanic viz tab. 5). Jediná stanice *Longemer* (č. 4), ležící mezi nejzápadnější v návětrí, dosahuje největšího úhrnu srážek „pouhých“ 107,8 mm, což je v porovnání s dalšími stanicemi, které se nacházejí v jejím okolí (jako *Wildenstein* či *Mittlach – Erbe*), výrazně méně.

Nejnižší hodnoty maximálního denního úhrnu srážek 59,5 mm bylo mezi lety 1950-2011 dosaženo na nížinné stanici *Ebersheim* (č. 12). V zimě při klasických povětrnostních situacích a více vyjádřenému závětrnému efektu by se teoreticky extrém neměl vyskytnout, ale v létě ano. To, proč k výraznějšímu extrému nedošlo ani v létě, pravděpodobně souvisí s nahodilostí vyskytu extrémních srážkových událostí jak z prostorového, tak časového hlediska.

Naopak vůbec největšího denního maxima srážek mezi 14 meteorologickými stanicemi bylo za celé pozorované období 1950-2011 dosaženo na stanici *Mittlach – Erbe* (č. 5), kde naměřili 30. 5. 2000 190,5 mm srážek. Tato stanice se nachází těsně za hřebenem Vogéz (po směru převažujícího proudění vzduchu) a ve výšce 552 m n. m. (tab. 2). Tím, že patří mezi stanice

kategorie (i), nejvyšší denní úhrn srážek nepřekvapí. Překvapující ale je to, že tento úhrn srážek nebyl naměřen v zimním období (s ohledem na roční chod srážek a zimní maximum), nýbrž na konci května. Chybu v datech ale v tomto případě neočekáváme - velmi vysokého úhrnu srážek bylo totiž dosaženo téhož dne i na nejbližší stanici *Wildenstein* (157,1 mm) a synoptická situace tomu také nasvědčovala. Tu rozebírat nebudeme, byla by nad rámec této práce. Pro zajímavost jsme se však ještě podívali do dat, jaký úhrn srážek byl dosažen 30. 5. 2000 na nedaleko ležící stanici *Longemer* (č. 4). Zjistili jsme, že zde naměřili 92,2 mm, což představuje pátý největší denní úhrn za období 1950-2011 na této stanici. Při dalším pátrání bylo objeveno, že tato srážková událost přinesla i poměrně velmi vysoké denní úhrny na ostatní stanice a jednoznačně patřila do prvních 75 případů nejvyšších denních úhrnů za pozorované období vůbec. Ve Vogézách tato událost patřila do cca první třicítky případů největších denních úhrnů srážek (např. na stanici *Aubure* byl naměřen devátý nejvyšší denní úhrn, i když ta má krátkou časovou řadu měření).

Z tab. 8 ještě vidíme, že i 14. 2. 1990 nastala významná srážková událost. Na stanici *Le Hohewald* (č. 6) i *Aubure* (č. 7) byly naměřeny nejvyšší úhrny - 93,4 mm, resp. 83,1 mm. Tato událost byla zaznamenána jako extrémní např. ve městě *Saint-Dié des Vosges*, kde se po srážkách od 14. 2. do 16. 2. vyskytly jak povodně, tak sesuvy půdy a bahnotoky, jejichž doznívání trvalo cca až do 20. 3. 1990 (PRIM, 1990).

Pokud bychom měli shrnout variabilitu denních úhrnů srážek, můžeme konstatovat, že v absolutním vyjádření je největších úhrnů srážek (včetně průměrných a extrémních denních hodnot) dosahováno v oblasti pohoří Vogéz, zatímco nejmenších v nížině. To je v souladu s předchozími výsledky. Zjistili jsme také, že ne vždy platí, že se největší maximum srážek musí vyskytnout v měsíci největší koncentrace srážek (např. na *Aubure* byl největší denní úhrn srážek 83,1 mm zaznamenán v únoru, zatímco průměrně nejdeštivější je zde prosinec, na rozdíl od stanice *Sewen – Lac Alfeld*, kde největší úhrn 169,1 mm byl naměřen skutečně v měsíci největší koncentrace srážek – v prosinci). Tabulka 9 spolu s obr. 38 a 39 nám potvrdily velmi vysokou mezidenní variabilitu srážek.

Celkově při klimatologickém zkoumání srážek oblasti Vogéz bylo zjištěno, že existuje skutečně markantní rozdíl mezi stanicemi nacházejícími se v pohoří a v závětrné Hornorýnské nížině. Zatímco horské stanice se vyznačují vysokými průměrnými ročními, měsíčními i denními úhrny srážek, ty nížinné vykazují daleko menší hodnoty. Roční chod je také rozdílný. Sezónní srážkové maximum se postupně posouvá od zimního, které převažuje na západě, po letní dominující na východě studované oblasti. Pro tento pozvolný přechod byly stanoveny právě tři kategorie stanic, které byly rozeznatelné na všech úrovních zkoumání úhrnů srážek. Prostřední, kategorie (ii), se vyznačovala dvěma výraznými maximy srážek a charakterizovala

tak právě stanice „přechodné“, které byly dále děleny podle toho, jaké maximum (zimní či letní) převažovalo. Stanice tohoto typu prostorově odpovídaly závětrným svahům pohoří. Ze zjištěného lze stanovit tezi, že jednoznačně nejpodstatnějšími faktory, které ovlivňují prostorové a časové rozložení srážek ve zkoumané oblasti, jsou jednak všeobecná cirkulace atmosféry pro západní pobřeží kontinentů mírných zeměpisných šířek a s ní související převažující západní proudění, které do oblasti přináší většinu vláh, a jednak místní orografie, která zcela pozměňuje průměrné úhrny srážek a jejich rozložení (v prostoru i čase) v regionálním měřítku.

Několika metodami určujícími stupeň kontinentality bylo prokázáno, že v oblasti Vogéz obecně narůstá od západu k východu – přesně podle vymezených tří kategorií stanic. Tento fenomén zřetelně souvisí právě s horskou překážkou, která svojí orientací brání převažujícímu proudění vzduchu ze západu, čímž se stanice za hlavním hřebenem stávají více a více kontinentálnější (až po *Neuf–Brisach*). V případě Markhamova indexu F bylo zjištěno, že jeho interpretace pro ČR, čím je vyšší F , tím je větší kontinentalita, neplatí v případě oceáništějších oblastí, které leží západněji od ČR.

KAPITOLA 6

Diskuze a shrnutí výsledků

Tato práce měla za cíl studovat klimatologii srážek v oblasti Vogéz na severovýchodě Francie a zdůraznit přitom vliv tohoto pohoří na prostorové a časové rozložení srážek, řečeno jinými slovy řešit rozdělení ročních, měsíčních a denních úhrnů a celkově i režim srážek v oblasti.

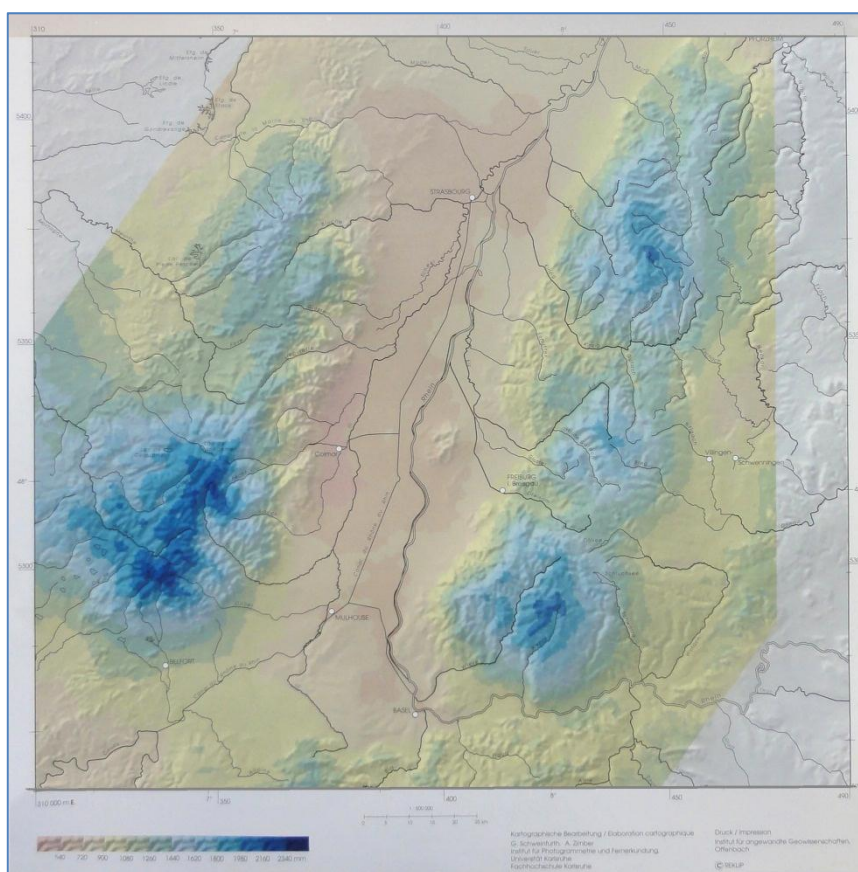
Všechny stanovené cíle byly splněny. Několikrát byl jednoznačně prokázán vliv orografické bariéry na prostorové rozdělení srážek, kdy Vogézy vykazovaly prakticky vždy výrazně vyšší úhrny srážek (průměrně kolem 2 000 mm ročně), zatímco oblast Hornorýnské nížiny byla daleko sušší, dokonce více než dvakrát (cca 650 mm srážek za průměrný rok). Také časové rozložení srážek bylo během roku evidentně odlišné, což vedlo k rozdělení 14 meteorologických stanic do tří kategorií - podle výskytu srážkového maxima, resp. maxim v kategorii (ii).

Dosažené výsledky jsou zcela consistentní s ostatními pracemi staršího data pro tuto oblast. Např. v Klimatickém atlase jižní části Rýnské sníženiny (1995), ve kterém byl zkoumán normál 1951-1980 pro oblast Vogézy, Hornorýnskou nížinu a Černý les, bylo zjištěno, že se závětrný efekt Vogéz skutečně nejvíce projevuje na JZ alsaské části nížiny. Naše odůvodnění, že stanice *Strasbourg* (č. 8) vykazuje průměrně vyšší roční úhrn srážek, než nížinné stanice nacházející se jihozápadněji, protože je pod vlivem nižší části horské překážky, zde bylo popsáno následovně (autoři nepočítali s průměrem, ale s mediánem). Nárůst srážek přibližně od Kaiserstuhlu (kap. 5.1.1) směrem k Haguenau (30 km severně od Strasbourg) a dál na sever si lze vysvětlit tak, že „*efekt závětrí je méně vyjádřen v případě severních Vogéz, jejichž nadmořská výška nedosahuje 400 m*“ (REKLIP, 1995, s. 94). Dále jsme si zde také potvrdili úsudek, že oblast stanice *Neuf-Brisach* (č. 11) je už ovlivněna návětrným efektem Černého lesa (resp. Kaiserstuhlu), a proto vykazuje o něco vyšší průměrný roční úhrn srážek než nejnižší naměřený úhrn mezi zkoumanými stanicemi. Celkově nejsušší je pak skutečně oblast kolem Colmaru, zatímco nejvlhčí oblast se nachází kolem hlavních hřebenů Vogéz.

Poměrně zajímavé je, že se v tomto atlase také píše, že závětrný efekt Vogéz zasahuje až do oblasti Černého lesa, pohoří s nejvyšším vrcholem Feldberg (1 493 m n. m.), vyšším než Grand Ballon. To se projevuje relativně nižšími úhrny srážek pro danou nadmořskou výšku.

Tento zdroj ale zároveň lépe objasňuje naprosto odlišnou variabilitu ročního chodu srážek mezi Vogézami a nížinou. Ačkoliv se zde také mluví o převažujícím vlivu cyklonálních srážek v zimě (při časté západní a jihozápadní povětrnostní situaci) a konvektivních naopak v létě, hlavní roli přisuzují tomu, že se závětrný efekt nejvíce projevuje právě v zimě a nejméně v létě. Výsledkem je mnohem větší lednová prostorová variabilita srážek oproti červencové (obr. 28 v kap. 5.1.2, obr. 34 v kap. 5.1.5) a s tím související maximum srážek na horách v zimě a v nížině v létě. To nám naznačuje, že míra vlivu orografie na srážky nemusí být během roku konstantní. Na to poukazuje také Bankanza ve své práci (2011).

Podle tohoto atlasu vypadá mediánové rozdělení roční výšky srážek pro normál 1951-1980 následovně (obr. 40):



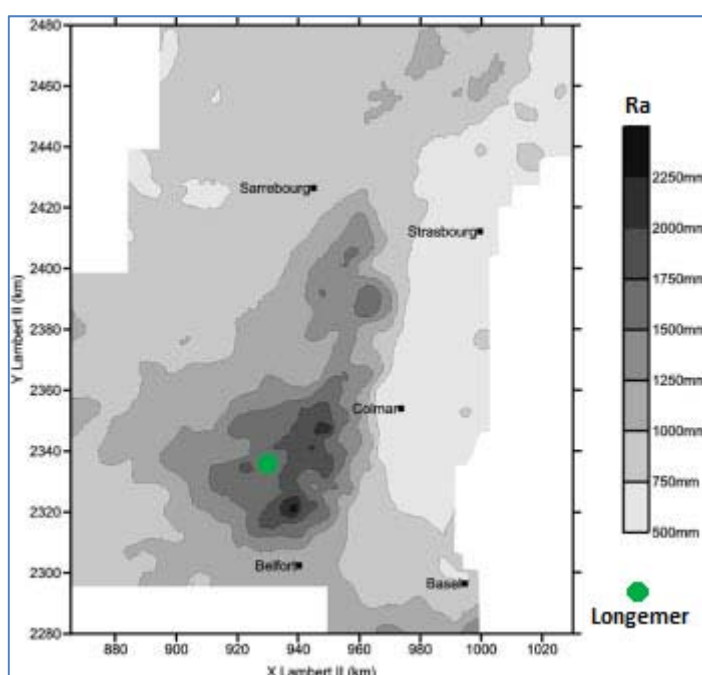
Obr. 40 Roční výška srážek – medián za období 1950-201
(upraveno podle: REKLIP, 1995, Příloha 4.4.1)

Pozn.: Vzhledem k Lambertovu kartografickému zobrazení se nejsušší oblast nejeví na JZ alsaské nížiny, ale spíše na JZ její střední části. Nejvlhčími oblastmi jsou pak jednoznačně nejvyšší části Vogéz.

Také jsme se pozastavovali nad tím, proč stanice *Longemer* (č. 4), jediná na návětrí, nevykazuje vždy nejvyšší úhrny srážek a nejeví se nejvíce oceánickou i přes svoji vysokou polohu a 60letou časovou řadu. Odůvodňovali jsme to častější jihozápadní povětrnostní situací.

Další související práce zabývající se touto stanicí nebyly nalezeny. Nicméně Drogue et al. (2002), kteří sestavili statisticko-topografický model srážek PLUVIA pro oblast Vogéz pouze na základě krátké časové řady 1971-1990, mají ve svých výstupech nižší úhrn v dané lokalitě také zaznamenán. Bohužel tento model pro oblast stanice vykazuje průměrný roční úhrn srážek R_a v rozmezí 1 500-1 750 mm (obr. 41), který neodpovídá našemu výsledku opírajícímu se o daleko delší časovou řadu (s průměrným R_a 1 865 mm).

Reálným vysvětlením proto zůstává, spíše než nižší zesílení srážek na návětrné straně (oproti vrcholovým partiím Vogéz), převažující západní resp. jihozápadní proudění vzduchu, kdy dle REKLIP (1995) docházelo k této povětrnostní situaci ve 40,5 % dnů za období 1985-1987.



Obr. 41 Statisticko-topografický model PLUVIA s vyznačením stanice Longemer
(upraveno podle: Drogue et al., 2000, s. 611)

Z hlediska meziroční variability srážek byl pozorován nejprve vývoj ročního úhrnu srážek v čase, který byl shledán mezi roky 1950-2011 proměnlivým. Na základě křivek z obr. 30 (kap. 5.1.4) byly vymezeny některé extrémně suché, resp. vlhké roky, jež odpovídaly minimům, resp. maximům dané křivky. Většina těchto extrémních hodnot je podpořena i v literatuře, kde jsou popsány následky takovýchto událostí. Např. extrémně málo srážek, které bylo pozorováno v celé Francii (na jaře a v létě) r. 2003, v naší zkoumané lokalitě na 13 ze 14 meteorologických stanic (vyjma *Sewen – Lac Alfeld*), vyvolalo agronomické sucho, které bylo zaznamenáno prakticky v celé západní Evropě (Söder et al., 2009). To si spolu s horkou vlnou vyžádalo po celé Francii skoro 15 000 mrtvých v období od 4. 8. do 20. 8. (Hémon; Jouglu, 2003). Dalším nedávným extrémně suchým rokem, křivkami též zaznamenaným, byl rok 2005. Sucho tehdy

opět postihlo velkou část Evropy a výrazně dokonce dvě třetiny území Francie. Ze starších epizod i abnormálně suché roky 1976, 1991 a 1996 vyvolaly půdní či hydrologické sucho, jak dokazuje Amigues et al. (2006).

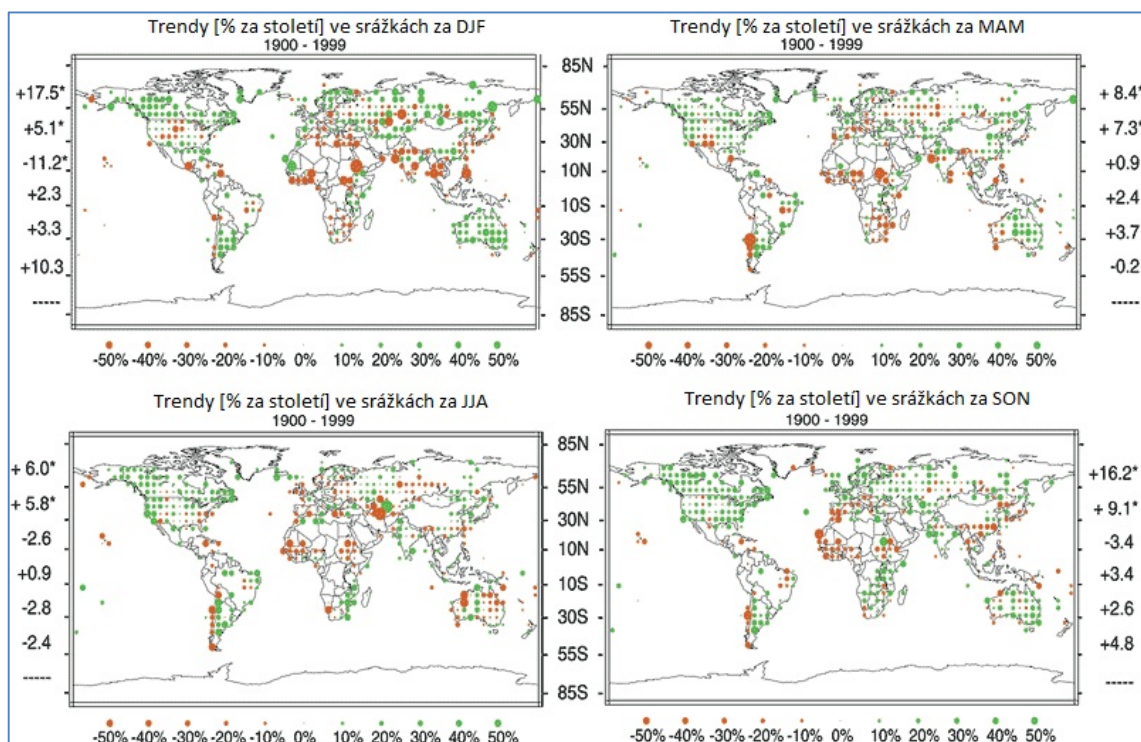
Žádné zdroje však nehovoří o suchu kolem roku 1971, které se z obr. 30 zdá být podstatné a dle hodnot ročního úhrnu srážek opodstatněné (Příloha 4) - na šesti ze 14 meteorologických stanic se vyskytl vůbec nejnižší roční úhrn srážek za celé pozorované období 1950-2011! Např. meteorologická stanice *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1) vykazala v tomto roce 1 200 mm srážek oproti průměrným cca 2 330 mm (tab. 4), což je prakticky o 50 % méně! Obdobně i na stanici *Strasbourg* (č. 8) bylo naměřeno 432 mm na rozdíl od obvyklých 730 mm. Tento „suchý“ rok by mohl souviset s možnými chybami v datech, neboť podle ostatních zdrojů (např. Fondevilla, 2004) byla zima 1970/1971 nejen dlouhotrvající a extrémně chladná (1. 2. 1971 naměřily ve Strasbourgu denní minimum teploty vzduchu -27 °C), ale též bohatá na mimořádné sněhové úhrny (např. od 1. 3. do 10. 3. 1971 napadlo na severu Francie 25 cm nového sněhu). Je známo (např. Štěpánek, 2007), že hlavně v dřívější době existovaly skutečně velké problémy se zachycováním sněhových srážek a přepočítáváním jejich úhrnů. Navíc se můžeme domnívat, že ani poloha některých stanic nemusela být příhodná na akumulace sněhu a mohlo tak docházet k jeho odváti při silném větru, které té zimy panoval. Mohli bychom tedy spekulovat o tom, že r. 1971 spíše nebyl extrémně srážkově suchý, avšak došlo k pochybení při sbírání dat či jejich následné digitalizaci. Bez tohoto roku se jako nejsušší rok jeví r. 1953 (podpořeno např. Fondevilla, 2004), kdy na meteorologické stanici *Rouffach - Chs* (č. 13) byl naměřen absolutně nejnižší roční úhrn srážek (361 mm) mezi všemi 14 zkoumanými meteorologickými stanicemi v období 1950-2011. Tato stanice se již logicky nachází v závětrří Vogéz (např. obr. 22, kap. 5.1.1).

U extrémně vlhkých roků ve většině případů (kromě r. 1986) došlo v důsledku extrémního úhrnu srážek také k povodním (Schäfer et al., 2012). Např. absolutně nejvyšší roční úhrn srážek 3 170 mm (Příloha 4) zaznamenaný r. 2001 mezi 14 meteorologickými stanicemi za období 1950-2011 na stanici *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1), na které rovněž naměřili za dva dny (v noci z 28. na 29. 12. a během 29. 12.) srážkový úhrn 264 mm, byl v okolí následován rozsáhlými povodněmi (došlo k vyběžení řek Mosely, Meusy, Erlenbachu a Thuru). Tyto extrémní srážky dokonce vyvolaly bahnotok, který si vyžádal i jednu lidskou oběť (IHMÉC, 2008). Další významnou událostí byly povodně následující po intenzivních srážkách v dubnu roku 1983 (od 5. do 9. 4. spadlo na území Hornorýnské nížiny 50 mm srážek a ve Vogézách kolem 300 mm, přičemž na meteorologické stanici *Sewen – Lac Alfeld* naměřili 345 mm). Tedy i námi identifikované (z pohledu roku) extrémně vlhké události jsou v souladu s literárními zdroji.

V kap. 5.1.4 jsme se také zabývali trendem ročního úhrnu srážek, který byl ale pro nízkou míru spolehlivosti na obr. 31 a 32 v kap. 5.1.4 shledán zcela bezvýznamným. Přesto trend, že směrem do současnosti srážek přibývá, což vykazují všechny zkoumané stanice až na *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1), by mohl být v souladu se zprávou IPCC z r. 2001. Z obrázku 42 lze

totiž usuzovat, že v období mezi 1900-1999 srážek v každém ročním období v severovýchodní Francii postupně přibývá, i když se zde jedná o zcela hrubý globální grid rozhodně nezohledňující pohoří Vogéz jako ombrickou bariéru. Co však může stát proti hypotéze nárůstu srážek ve studované oblasti v posledních cca 60 letech je to, že kromě již zmíněných hodnot spolehlivosti blížících se nule nastal také prakticky nevysvětlitelný pokles na meteorologické stanici *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1).

Abychom však nebyli tak skeptičtí a nezavrhovali hned naši hypotézu, podívejme se na jiné práce zabývající se touto problematikou na regionální úrovni v naší oblasti. Např. podle Söder et al. (2009) a Schäfer et al. (2012) dochází skutečně k postupnému nárůstu srážek v oblasti Horního Porýní. Tento nárůst ale není během roku rovnoměrný, letních srážek dokonce obecně ubývá (což je příhodnější pro vznik socio-agronomického sucha), avšak zimních srážek naopak výrazněji přibývá (zimní období se tak stává rizikovějším z hlediska povodní). I do budoucna vědci předpovídají v oblasti Horního Porýní pokles letních srážek o 10 % a naopak nárůst zimních srážek o 35 % (Söder et al., 2009, s. 12) oproti dnešnímu stavu (od r. 2008 do r. 2050). Z tohoto je patrné, že srážek skutečně mohlo v období 1950-2011 na našich 14 zkoumaných srážkoměrných stanicích přibývat.



Obr. 42 Trendy srážek pro jednotlivá roční období mezi roky 1900-1999
(upraveno podle: IPCC, 2001, s. 144)

Podobně jako v případě *Ra* byl také pozorován vývoj u dvou vybraných měsíců v čase (leden a červenec), tentokrát na pěti vybraných stanicích (viz obr. 33 v kap. 5.1.5 a Příloha 5).

Opět si klademe otázku, zda vrcholy (a minima) křivek měly nějakou další odezvu např. v podobě povodní (či sucha). Nejvlhčí červencový úhrn 347 mm zaznamenaný roku 2000 na *Sewen – Lac Alfeld* (č. 1) však vedl pouze k vyšší vodnosti toků v oblasti (Ministère de l'Intérieur, 2000). Povodně totiž nejsou pouze otázkou prostorového a časového rozložení srážek, ale jsou podmíněny také nasycením půdy ad.

Vůbec nejnižší lednový (4,2 mm) a červencový (12,6 mm) úhrn srážek mezi 14 stanicemi zaznamenaný r. 1989, resp. r. 1959 na stanici *Oberentzen* (č. 14) však oporu v literatuře má. Meteorologické sucho, které se projevilo ještě výrazněji v únoru r. 1989, kdy např. v Belgii byly pouze čtyři dny se srážkami (oproti standardním 17) a v Alsaském Porýní dokonce pouze dva, bylo v západní Evropě skutečně zaznamenáno (IRM, 2013). I červenec r. 1959 byl v severovýchodní Francii extrémně suchý – úhrn srážek od dubna do července včetně dosahoval stěží dvě pětiny normálu r. 1921-1950 (Fievet, 1999). Nutno však podotknout, že tento suchý červenec byl následován srpnem naopak na srážky extrémně bohatým.

Také extrémně suchý leden r. 1992 zaznamenaný na více než jedné stanici vedl podle literatury k vysušení půdy a následné srážky poté vyvolaly mnoho půdních sesuvů v oblasti (Avila, 2007).

Dále jsme se také zabývali různými metodami hodnocení míry ombrické kontinentality. Ta pro oblast hlouběji zkoumána nebyla a ani zde nebyl využit Markhamův index F . Ten sice pro území ČR podává uspokojivé výsledky (Brázdil et al., 2009 nebo Tolasz et al., 2007), ale pro oceáničtější oblast Vogéz nikoliv. Termín kontinentality je do jisté míry relativní, znamená něco jiného v rámci ČR a světa. U nás je vyrovnaný roční chod považován za projev oceánity (Tolasz et al., 2007) zatímco na západ od nás, jak jsme viděli, narůstá zimní srážkové maximum, a to i v relativním vyjádření hodnot.

Bylo však prokázáno, že kontinentalita narůstá vlivem orografické bariéry Vogéz od západu na východ poměrně prudce. O tomto fenoménu píší i Humbert a Paul (1982), Troux a Quillé (1951) a další. Aby vůbec bylo možné výsledky srovnávat, rozhodli jsme se, inspirováni Zíkovou (2009), resp. Hrudíčkou (1933), vypočítat pro naše stanice ještě tzv. polohu těžiště srážek podle (7) a (8). Výsledkem jsou souřadnice těžiště (x , y) a podle kvadrantu, ve kterém se souřadnice nacházejí, se jedná o místo oceánické (II. kvadrant) nebo kontinentální (IV. kvadrant), popřípadě přechodné (III. kvadrant) či středomořské (I. kvadrant).

$$x = \frac{0,5(II+IV-V\ III-XII) + 0,866(III+V-IX-XI) + IV - X}{R} \quad (7)$$

$$y = \frac{0,5(III-V-IX+XI) + 0,866(II-IV-V\ III+XII) + I - V\ II}{R} \quad (8),$$

kde I , II , ..., XII jsou průměrné měsíční úhrny srážek pro leden, únor, ..., prosinec a R je průměrný roční úhrn srážek.

Výsledné hodnoty pro jednotlivé stanice udává tab. 9 a z ní je patrné, že námi často užívané označování stanic jako oceánické a kontinentální není přesné, neboť bychom měli spíše používat termínů stanice oceánické a přechodné. Na to bylo také v textu poukázáno (kap. 5.2.1). Nicméně námi navržené dělení stanic na tři kategorie se zdá být jemnější a pro daný region tedy vhodnější a výstižnější.

Tab. 9 Poloha těžiště srážek pro 14 zkoumaných stanic (zdroj dat: Météo-France, 2012)

Meteorologická stanice	x	y	Roční chod	Meteorologická stanice	x	y	Roční chod
Sewen - Lac Alfeld	-0,04	0,17	oceánický	Strasbourg	-0,02	-0,12	přechodný
Wildenstein	-0,03	0,15	oceánický	Barr	-0,02	-0,01	přechodný
Sewen - Foerstel	-0,05	0,19	oceánický	Kaysersberg	-0,03	-0,03	přechodný
Longemer	-0,05	0,10	oceánický	Ebersheim	-0,03	-0,11	přechodný
Mittlach - Erbe	-0,05	0,16	oceánický	Neuf - Brisach	-0,02	-0,17	přechodný
Le Hohewald	-0,03	0,07	oceánický	Rouffach - Chs	-0,03	-0,09	přechodný
Aubure	-0,03	0,06	oceánický	Oberentzen	-0,02	-0,12	přechodný

Dále nám tato tabulka dokládá domněnku, že Vogézami musí vést hranice v přibližně meridionálním směru, která odděluje klima oceánické od klimatu přechodného, resp. klimatu s kontinentálními prvky. Tato hranice je však spíše zónou přechodu než linií, do které patří čtyři stanice kategorie (ii).

Variability ročních, měsíčních a denních úhrnů srážek by bylo vhodné více kvantifikovat. Spíše než pomocí trendu (obr. 31, 32 a 33 v kap. 5.1.4), který nepodával žádné statisticky významné výsledky, by měly být počítány jiné statistické charakteristiky např. rozptyl. Směrodatná odchylka u ročních hodnot vycházela pokusně pro jednoho reprezentanta každé kategorie v rozmezí 15-20 % průměrného ročního úhrnu srážek, což by nasvědčovalo tomu, že všechny stanice byly co do *Ra* přibližně stejně variabilní. Měsíční variabilitu by bylo možno standardizovat pomocí variačního koeficientu, pro lepší porovnatelnost jednotlivých měsíců mezi sebou apod. Denní variabilita se statisticky těžko hodnotí, protože atmosférické srážky neodpovídají normálnímu rozdělení. Statistické analýzy v práci nebyly prováděny z důvodu rozsáhlosti práce a budoucímu zájmu zabývat se právě extrémními denními úhrny srážek. Viděli jsme, že křivky denní variability (obr. 38, kap. 5.3) jsou náchylné na odlehlé, extrémní hodnoty a bylo by určitě zajímavé na ně uplatnit nově navrhovanou metodu Cortesiho et al. (2012).

Celkově lze říci, že výsledky mé práce se většinou shodují s výsledky jiných autorů, i když byla zřejmě prvně zkoumána takto dlouhá časová řada. Vzhledem k tomu, že se v literatuře nevyskytuje žádné hodnocení meziroční či mezidenní variability srážek s využitím tvaru kumulativní distribuční funkce, mé výsledky jsou zcela unikátní. Novým přínosem je také řešení problematiky kvantifikace míry ombrické kontinentality. Ta však i nadále zůstává nedořešena a otevřena dalšímu šetření.

Kdybychom měli oblast Vogéz srovnat se zkušenostmi v ČR, určitě bychom našli paralelu s Krušnými horami, jejichž závětrí (dolní Poohří, Kladensko a Rakovnicko) představuje jedno z nejsušších míst ČR (ČHMÚ, 1975) podobně jako je tomu v případě závětrí Vogéz ve Francii (u Colmaru).

KAPITOLA 7

Závěr

Závěrem práce stručně nastíním možnosti využití dosažených výsledků a poukážu na jistý deficit práce, resp. na rezervy ve zkoumání časového a prostorového rozložení atmosférických srážek.

V rešeršní části se mi podařilo poměrně úspěšně představit řadu faktorů, které ovlivňují rozdělení srážek v západní části eurasijského kontinentu mírných zeměpisných šířek. Snahou bylo také zdůraznit vliv orografie na rozložení srážek. Ten však ponechává prostor pro další výzkum vzhledem k velké složitosti této tematiky. Poté jsem dosti detailně charakterizovala zkoumané území – oblast pohoří Vogéz v severovýchodní Francii z pohledu fyzicko-geografické sféry.

Klimatologický výzkum oblasti vedl k potvrzení předpokladu, že meteorologické stanice, které se nacházejí v pohoří, vykazují jednoznačně odlišné časové rozdělení srážek než stanice ležící v Hornorýnské nížině v závětrí Vogéz. Přechod je však pozvolný, proto byly rozlišeny tři kategorie stanic - podle jejich ročního chodu srážek. Bylo by celkem vhodné použít toto dělení na další srážkoměrná data z jiných sítí v oblasti, aby mohla být přesněji stanovena zóna přechodu mezi ryze oceánickým podnebím a podnebím s dominantními kontinentálními prvky.

Kvantitativní hodnocení ombrické kontinentality přineslo očekávané závěry, zároveň však poukázalo na to, že i přes relativně dávno řešené téma zůstává otázka tohoto hodnocení nedořešena kvůli značným nedostatkům v empirických vzorcích. Proto doufám, že tato práce bude podnětem k výzkumu metodiky, která by lépe určovala postup zjišťování míry kontinentality s přesnějšími a reálnějšími výsledky, a to hlavně v oblastech s velmi členitým reliéfem.

Meziroční variabilita měsíčních úhrnů srážek a mezidenní variabilita byly prvně zkoumány pomocí tvaru distribuční funkce pro oblast Vogéz. Výsledný tvar křivek ale mohl být do jisté míry ovlivněn extrémními událostmi, významněji u denních úhrnů srážek. Proto by bylo vhodné podrobněji se zaměřit na denní úroveň a zabývat se právě extrémními denními úhrny.

Celkově lze z této práce vyvodit závěr, že prostorové a časové rozdělení srážek je skutečně velmi variabilní, a to tím více, čím více faktorů vstupuje do hry. V problematice však zůstává stále ještě mnoho otazníků hodných šetření, hlavně ve vazbě na orografii. Z tohoto důvodu je nezbytné tuto tematiku nadále studovat tak, aby vedla ke zpřesnění návrhových srážek a také příp. predikci atmosférických srážek v co nejmenším časovém i prostorovém rozlišení včetně značně členitých oblastí a významných (extrémních) srážkových událostí.

SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ

- AHRENS, C. D.; HORNE, N. 2000. *Essentials of Meteorology : An Invitation to the Atmosphere*. USA : Cengage Language - Thomson Brooks/Cole, 3. vyd., 454 s. ISBN-13: 978-0534372002.
- ALBRECHT, B. A. 1989. Aerosols, Cloud Microphysics, and Fractional Cloudiness. *Science*, 1989, roč. 245, č. 4923, s. 1227–30.
- “Alsacia“, 1932. *L'Alsace : précis de la géographie régionale des départements Haut-Rhin et Bas-Rhin*. Colmar (Alsasko : zpřesnění regionální geografie departmentů Horní Rýn a Dolní Rýn). “Alsacia“, 1932, 18 s.
- AMIGUES, J. P., DEBAEKE, P.; ITIER, B.; LEMAIRE, G.; SEGUIN, B.; TARDIEU, F.; THOMAS, A. 2006. *Sécheresse et agriculture : Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau* (Sucho a zemědělství : Omezit ohrožitelnost zemědělství v důsledku zesíleného rizika nedostatku vody). Kolektivní vědecká expertíza, syntéza zprávy [online]. Francie: INRA (Národní institut agronomického výzkumu), 2006, 72 s. [cit. 2013-04-06]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/secheresse_agriculture_synthese.pdf.
- Association des Géologues du Bassin de Paris. 2009. *Reipertswiller* [online]. Reipertswiller, 2009 [cit. 2012-09-26]. Dostupné z: http://agbp.zumablog.com/index.php?sujet_id=11951.
- ATKINS, N. 2006. *Observed average surface pressure and winds during January and July* In Chapter 10 – Wind: Global Systems [online]. Poslední úpravy 13. 9. 2006. Lyndonville : Survey of Meteorology, 2006 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter10/>.
- AVILA, F. 2007. Climat local, changements climatiques et impact économique : 36 ans d'observations météorologiques à Aire-sur-L'Adour (Lokální klima, klimatické změny a ekonomický dopad : 36 let meteorologického pozorování na Aire-sur-L'Adour). *Climatologie*, 2007, č. 4, s. 167-190.

- BANKANZA, J. C. M. 2011. Time variation of the effect of geographical factors on spatial distribution of summer precipitation over the Czech Republic. *IDŮJÁRÁS*, 2011, roč. 115, č. 1-2, s. 51-70.
- BARRY, R. G. 1992. *Mountain, Weather and Climate*. Routledge, 1992, 2. vyd., 402 s. ISBN 9780415071130.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. 2003. *Atmosphere, weather and climate*. 6. vyd. New York : Routledge, 2003, 421 s. ISBN 0-415-27171-1.
- BEDNÁŘ, J. 2003. *Meteorologie : Úvod do studia dějů v zemské atmosféře*. 1. vyd. Praha : Portál, 2003, 223 s. ISBN 80-7178-653-5.
- BRÁZDIL, R. et al. 2009. Climate fluctuations in the Czech Republic during the period 1961-2005. *Int. J. Climatol.*, 2009, roč. 29, č. 2, s. 223-242.
- BREZOWSKY, H.; HESS, P. 1952. *Katalog der Grosswetterlagen Europas* (Katalog velkých evropských povětrnostních situací). Bad Kissingen : Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, 1952, č. 33.
- BUIZZA, R., HOLLINGSWORTH, A.; LALAURETTE, F.; GHELLI, A. 1999. Probabilistic predictions of precipitation using the ecmwf ensemble prediction system. *Wea. Forecasting*, 1999, roč. 14, č. 2, s. 168-189.
- BÜRGER, D. 2010. Conference paper : „*Influence of geo-factors (geology, climate) on the land-use patterns in the Upper-Rhine Graben*“. 26. 8. 2010 v rámci konání 4. letní univerzity věd o životním prostředí organizované EUCOR, Gunsbach, Francie.
- CERVENY, R. 1999. *World Weather / Climate Extremes Archive* [online]. Arizona State University (ASU) via Commission for Climatology Rapporteur of Climate Extremes of WMO, 1999 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z adresy: <http://wmo.asu.edu/>.
- CLAPPIER, A. 2011. *Écoulements atmosphériques : Les écoulements à méso échelle* (Atmosférické toky : mezoměřítkové toky). Strasbourg : Université de Strasbourg, 2011. Poznámky z přednášek na Faculté de Géographie et d'Aménagement.
- CORTESI et al. 2012. Daily precipitation concentration across Europe 1971-2010. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2012, roč. 12, s. 2799-2810.
- ČHMÚ a Meteorologická služba Německé demokratické republiky. 1975. *Podnebí a počasí v Krušných horách*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975, 106 s.
- DROGUE, E. et al. 2002. A Statistical-Topographic Model using an Omnidirectional Parameterization of the relief for mapping orographic rainfall. *Int. J. Climatol.*, 2002, roč. 22, s. 599-613.

- DROGUE, G. et al. 2002. A statistical-topographic model using an omnidirectional parameterization of the relief for mapping orographic rainfall. *Int. J. Climatol.*, 2002, roč. 22, č. 5, s. 599-613.
- EASTERLING, D. R. et al. 2000. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events : A Brief Review. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 2000, roč. 81, č. 3, s. 417-425.
- EEA. 2007. *Transport and environment: on the way to a new common transport policy - TERM 2006: indicators tracking transport and environment in the European Union*. Copenhagen : EEA, 37 s. ISBN 978-92-9167-916-4.
- ERNST, F. 1988. *Panorama de la géographie physique de l'Alsace et Les régions naturelles de l'Alsace* (Panorama fyzické geografie Alsaska a jeho přírodní regiony) [rukopis]. Strasbourg, 1988. 54 s. Diplomová práce na Université de Strasbourg.
- FARSKÝ, I.; MATĚJČEK, T. 2007. *Přehled fyzické geografie*. Ústí nad Labem : PřF UJEP, 2007, 216 s. ISBN 978-80-7044-938-7.
- FEA. 2012. *Annual Report 2011-2012* [online]. Brusel : FEA, 2012, 15 s. [cit. 2013-03-09]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://www.aerosol.org/uploads/Modules/Publications/fea_annrep_2012-2.pdf.
- FIEVET, S. 1999. Les grands étés en France : 1950-1980 (Velká léta ve Francii : 1950-1980) [online]. 1999. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: http://www.alertes-meteo.com/vague_de_chaleur/vague-de-chaleur-3.php.
- FINK, A. H. et al. 2009. The European storm Kyrill in January 2007: Synoptic evolution, meteorological impacts and some considerations with respect to climate change, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 2009, roč. 9, s. 405–423.
- FONDEVILLA, W. 2004. *Les canicules et sécheresses : Historique des sécheresses en Europe* (Horké vlny a sucho : Historie sucha v Evropě) [online]. Poslední úpravy 5. 4. 2013. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://la.climatologie.free.fr/secheresse/secheresse1.htm#sec6>.
- FONDEVILLA, W. 2004. *Les intempéries de 1965 à 1985* (Nepříznivé počasí mezi roky 1965-1985) [online]. Poslední úpravy 12. 12. 2011. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://la.climatologie.free.fr/intemperies/tableau8.htm>.
- GERRITSEN, H. 2005. What happened in 1953? The Big Flood in the Netherlands in retrospect [online]. *Phil. Trans. R. Soc. A*. 2005, roč. 363, č. 1831, s. 1271-1291. ISSN: 1471-2962. Dostupné z: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/363/1831/1271.long>.
- GLEYS, G. 1867. *Géographie physique, industrielle, administrative et historique des Vosges*. Épinal : V.e Gley Impr. V.e & Durand Libraire, 1867, 3. vyd., 271 s.

- GULEV, S. K.; ZOLINA, O.; GRIGORIEV, S. 2001. Extratropical cyclone variability in the Northern Hemisphere winter from the NCEP/NCAR reanalysis data. *Clim. Dynam.*, 2001, roč. 17, č. 10, s. 795-809.
- HANZLÍK, S. 1947. *Základy meteorologie a klimatologie*. 2. rozšíř. a přeprac. vyd. Praha : Česká grafická Unie, 1947. 283 s.
- HARTMANN, D. L. 2011. The World Water Balance [online]. Poslední úpravy 2. 5. 2011. Seattle : Department of Atmospheric Sciences of University of Washington, 2011 [cit. 2013-03-09]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://www.atmos.washington.edu/~dennis/321/321_Chapter_5_Notes.pdf.
- HÉMON, D.; JOUGLA, É. 2003. *Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 – Rapport d'étape : Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques* (Nadměrná úmrtnost v důsledku horké vlny v srpnu 2003 – Zpráva o vývoji : Odhad nadměrné mortality a hlavní epidemiologické charakteristiky) [online]. Francie : INSERM (Národní institut pro zdraví a lékařský výzkum), 2003, 59 s. [cit. 2013-04-06]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://www.cepidec.vesinet.inserm.fr/inserm/html/pdf/rapport_canicule_03.pdf.
- HEYER, E. 1993. *Weather and Climate*. Leipzig : B.G. Teubner Publisher, 1993, 9. vyd., 344 s.
- HLOUŠEK, P. et al. 1995. *Velký atlas světa*. 5. vyd. Praha : Kartografie Praha, 1995, 288 s. ISBN 80-7011-314-6.
- HRUDIČKA, B. 1933. *Doba polovičních srážek a periodická amplituda ročního srážkového průběhu v Československu*. Brno : Spisy vydávané PřF Masarykovy university, 1933, č. 185.
- HRUDIČKA, B. 1933. *Příspěvek k prozkumu ombrické kontinentality v Evropě*. Brno : Separát ze spisů Odboru čs. společnosti zeměpisné, řada C3, 1933.
- HUMBERT, J; PAUL, P. 1982. *La répartition spatiale des précipitations dans le bassin versant de la Petite Fecht à Soultzeren (Hautes-Vosges) : premiers résultats* (prostorové rozdělení srážek v povodí Malé Fecht v Soultzeren (Vysoké Vogézy) : první výsledky). Strasbourg : Recherches Géographiques à Strasbourg (Geografický výzkum ve Strasbourgu), 1982, č. 19/20/21, s. 93–104.
- Chambre d'Agriculture des Vosges. 2012. *Agriculture et forêt vosgiennes : Les différents types de sols* (Vogézske zemědělství a les : různé typy půd) [online]. Épinal : Chambre d'Agriculture des Vosges, 2012 [cit. 2012-02-28]. Dostupné z: <http://www.cda-vosges.fr/index.php?page=028&rubrique=G%E9ographie%20du%20d%E9partement>.
- IHMÉC. 2008. *Mémoire des catastrophes* (Paměti katastrof) [online]. Francie : IHMÉC (Institut pro historii a upamatování katastrof), 2008. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://memoiredescatastrophes.org/catastrophe/>.

- Insee (Institut national de la statistique et des études économiques „Národní statistický institut ekonomických studií“). 2009. *Chiffres clés sur un territoire* („Stěžejní data o území“) [online]. Francie, 2009. [cit. 2013-03-11]. Dostupné z: <http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/default.asp?page=statistiques-locales/chiffres-cles.htm>.
- IPCC. 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report*. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press : Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 s. ISBN 0-521-01507-3.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press : Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 996 s. ISBN 978-0-521-70596-7.
- IRM. 2013. Événements marquants depuis 1901 : Sécheresse (Významné události od 1901 : sucho) [online]. Belgie : IRM (Královský meteorologický institut), 2013. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.meteo.be/meteo/view/fr/1103197-Secheresses.html>.
- JAMES, P. M. 2007. An objective classification method for Hess and Brezowsky Grosswetterlagen over Europe. *Theor. App. Climatol.*, 2007, roč. 88, č. 1-2, s. 17-42.
- JOHNSON, G. L.; HANSON, C. L. 1995. Topographic and Atmospheric influences on precipitation variability over mountainous watershed. *J. Appl. Meteorol.*, 1995, roč. 34, s. 68-87.
- KESSLER, A.; ESSENWANGEN, O. 1985. *General climatology : Heat Balance Climatology*. Amsterdam : Elsevier, 1985, xi, 244 s. ISBN 0-444-42205-6.
- KOPP, J.; SUDA, J. 1998. *Vybrané kapitoly z fyzické geografie : klimatologie*. 1. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, 1998, 104 s. ISBN 80-7082-469-7.
- KOTTEK, M. ... [et al.]. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* [online]. 2006, č. 15, s. 259–263 [cit. 2010-10-11]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Paper_2006.pdf.
- L'Alsace. 2011. *La RN66 coupée à Thann, inondations dans la vallée* [online]. L'Alsace, 2011 [cit. 2012-09-27]. Dostupné z: <http://www.lalsace.fr/actualite/2011/12/16/la-rn66-coupee-a-hauteur-de-thann>.
- LAMB, H. H.; FRYDENDAHL, K. 1991. *Historic Storms of the North Sea, British Isles and Northwest Europe*. Cambridge : Cambridge University Press, 1991, 204 s.
- LIPSKÝ, Z. 1999. *Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů*. Praha : Karolinum, 1999, 129 s. ISBN 80-7184-545-0.

- Mabry Middle School. 2007. *Global wind patterns* [online]. Poslední úpravy 24. 4. 2007. Marietta, Georgia : Mabry Middle School, 2007 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://mabryonline.org/blogs/woolsey/archives/2007/04/4-25-07_global.html.
- MARKHAM, C. G. 1970. Seasonality of precipitation in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 1970, č. 60, s. 593-597.
- MCCABE, G. J.; CLARK M. P.; SERREZE M. C. 2001. Trends in Northern Hemisphere Surface Cyclone Frequency and Intensity. *J. Climate*, 2001, roč. 14, č. 12, s. 2763–2768.
- McGUFFIE, K.; HENDERSON-SELLERS, A. 2005. *A climate Modelling Primer*: University of Michigan : John Wiley & Sons. 2005, 3. vyd., 296 s. ISBN 978-0470857519.
- McKEMY, D.; EMBREY, M.; LEE, A. 2013. *North Atlantic Oscillation* [online]. In Climate Education for Agriculture. Poslední úpravy 9. 3. 2013. Raleigh : North Carolina State University, 2013 [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: http://hatteras.meas.ncsu.edu/secc_edu/NAO.
- MELČ, J. *Atmosférické blokování a jeho vztah k počasí v ČR* [rukopis]. Praha, 2010, 71 s. + 1 CD-ROM. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze na katedře Fyzické geografie a geoekologie. Vedoucí práce RNDr. Miloslav Müller, Ph.D.
- Météo-France. 2008. *Climatologie des Vosges*. Épinal : Météo-France au service des Vosges : le centre départemental d'Épinal, 2008, 10 s.
- Météo-France. 2012. *Extrémní srážky v metropolitní Francii* [online]. Poslední úpravy 05. 03. 2013. Aix-en-Provence : Météo-France, 2012 [cit. 2013-03-05]. Dostupné z: http://pluiesextremes.meteo.fr/records-mondiaux_r17.html.
- Metodický portál www.rvp.cz. 2007. *Klimatické faktory – 1. část : Rozložení srážek a teplot ve světě v závislosti na různých klimatických faktorech*. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. ISSN 1802-4785.
- MetOffice. 2012. *The Great Storm of 1987: A powerful storm ravaged many parts of the UK in the middle of October 1987* [online]. Poslední úpravy 13. 2. 2013. Devon : MetOffice Education, 2012 [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: <http://www.metoffice.gov.uk/education/teens/case-studies/great-storm>.
- MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR (Ministerstvo vnitra ve Francii). 2000. Arrêté du 30 novembre 2000 portant constatation de l'état de catastrophe naturelle (Uzávěrka 30. listopadu 2000 nesoucí konstatování o živelných katastrofách). *Journal Officiel*, 2000, č. 279, 1388 s., NOR : INTE0000693A.
- MŮHR, B. 2011. *Klimadiagramme* [online]. Poslední úpravy 20. 9. 2012 [cit. 2012-09-29]. Dostupné z: <http://www.klimadiagramme.de/>.

- NETOPIL, R. 1965. *Přehled hydrologie pevnin: určeno pro posl. přírodověd. fakult.* Praha : SPN, 1965, 1. vyd., 242 s.
- NETOPIL, R. et al. 1984. *Fyzická geografie.* Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 272 s.
- NĚMEČEK, J. et al.. 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky.* Praha : Česká zemědělská univerzita a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2001, 1. vyd., 78 s. ISBN 80-238-8061-6.
- NOSEK, M. 1972. *Metody v klimatologii.* Praha : Academia, 1972, 1. vyd., 434 s.
- OKE, T. R. 1995. *The heat island characteristics of the urban boundary layer: Characteristics, causes and effects.* In *Wind Climate in Cities.* Netherlands : Kluwer Academic, 1995, s. 81–107.
- OneGeology. 2010. *Making Geological Map Data for the Earth Accessible* [online]. OneGeology, 2010. Dostupné z: <http://portal.onegeology.org/>.
- OSN. 1998. *Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change* [online]. Kjóto : UN Framework Convention on Climate Change, 1998, 20 s. [cit. 2013-03-09]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.
- PAUL, P. 1995. *1994, année la plus chaude en Alsace depuis le début des observations climatologiques* (1994, nejteplejší rok v Alsasku od počátku pozorování) In : *Bulletin de l'Association philomathique d'Alsace et de Lorraine*, 1995, sb. 30, s. 91-92. ISSN 0750-6856.
- PETROVIČ, Š. 1970. *Všeobecná klimatologie.* Praha: Hydrometeorologický ústav, 1970, 87 s.
- Préfecture du Haut-Rhin. 2010. *Alsace (Alsasko)* [online] In : *Dossiers de presse sur le risque sismique pour 6 régions françaises – Rapport final*, 2010, s. 111-120 [cit. 2012-09-26]. Dostupné jako soubor PDF z URL: http://www.haut-rhin.pref.gouv.fr/sections/espace_presse/dossiers_presse/dossiers_de_presse_26763/exercice_richter_201/downloadFile/attachedFile_2/Dossier_Alsace.pdf?nocache=1264504671.76.
- PRIM (Prévention des risques majeurs = Prevence před hlavními riziky). 1990 *Ma commune face aux risques : Saint-Dié, Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle (Moje obec vystavená riziku : Saint-Dié, Výpis zaznamenaných přírodních katastrof)* [online]. Francie : PRIM, 1990 [cit. 2013-04-14]. Poslední úpravy 29. 12. 2011. Dostupné z: http://macommune.prim.net/d_commune.php?insee=88413.
- PRUDHOMME, C.; REED, D. W. 1998. Relationship between extreme daily precipitation and topography in a mountainous region: a case of study in Scotland. *Int. J. Climatol.* 1998, roč. 18, č. 13, s. 1439–1453.

- REKLIP (Regio-Klima-Projekt). 1995. *Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd = Atlas climatique du Fossé Rhénan Méridional* (Klimatický atlas jižní části Rýnské sníženiny). Offenbach : IFG, 1995, 1. vyd., 212 s. + přílohy. ISBN 2-903297-97-5.
- ROHLI, R.; VEGA, A. 2011. *Climatology*. 2. přeprac. vyd. Jones & Bartlett Learning, 2011. 432 s. ISBN 0763791016.
- ŘEZÁČOVÁ, D.; NOVÁK, P.; KAŠPAR, M.; SETVÁK, M., 2007. *Fyzika oblaků a srážek*. 1. vyd. Praha : Academia, 2007, 574 s. ISBN 978-80-200-1505.
- SELL, Y. et al. 1998. *L'Alsace et les Vosges : Géologie, milieux naturels, flore et faune* (Alsasko a Vogézy : geologie, přírodní prostředí, flóra a fauna). Delachaux et Niestlé, 1998, 352 s. ISBN 2-603-01100-6.
- SHVER, C. A. 1975. Stephen sezonnosti osadkov. *Trudy GGO*, č. 303, s. 93-103.
- SCHÄFER, G., LANGE, J., WINTZ, M., SPARFEL-GARRELS, S., SPARFEL, J., MANGOLD, M., MINÁŘOVÁ, J., RABER, F., SPARFEL, Y., 2012. *Actes de la 5^{ème} Université d'Été EUCOR*, Gunsbach, France : EUCOR, Pátá Letní univerzita EUCOR ve vědách o životním prostředí, 2012, 92 s.
- SCHOLZ, M. 2008. Classification of Flood Retention Basins: The Kaiserstuhl Case Study. *Environ. Eng. Geosci.*, May, 2008, roč. 14, č. 2, s. 61-80.
- SISKA (Statistisches Informationssystem Karlsruhe „Statistický informační systém Karlsruhe“). 2012. *Entwicklung der Bevölkerung der Stadt Karlsruhe seit ihrer Gründung im Jahr 1715* („Vývoj počtu obyvatel města Karlsruhe od svého založení v roce 1715“) [online]. Karlsruhe, 2012. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www1.karlsruhe.de/Stadtentwicklung/siska/sgt/sgt02010.htm>.
- SLÁDEK, I. 2005. *Návrh nové míry kontinentality klimatu* In: Fyzickogeografický sborník 3, Masarykova Univerzita v Brně, s. 144-148.
- SMITH, R. B. 2003. A linear upslope-time-delay model for orographic precipitation. *J. Hydrol.*, 2003, roč. 129, s. 2–9.
- SOBÍŠEK, B. et al. 1993. *Meteorologický slovník výkladový & terminologický : s cizojazyčnými názvy hesel ve slovenštině, angličtině, němčině, francouzštině a ruštině*. Praha : Academia Ministerstvo životního prostředí ČR, 1993, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.
- SÖDER, M.; CONRAD, M.; GÖNNER, T.; KUSCH, W. 2009. *Les changements climatiques en Allemagne du Sud: Ampleur – Conséquences – Stratégies* (Klimatické změny v jižním Německu: Rozsah – Dopady – Strategie) [online]. Mainz : Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft. 2009, 20 s. [cit. 2012-08-26]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://www.kliwa.de/download/Changements_climatique_en_Alemagne_du_Sud.pdf.

- Statistisches Amt Basel-Stadt (Statistický úřad města Bazilej). 2013. *Bevölkerungsbilanz 2012 - Zunahme der Einwohnerzahl um 0,6%* („Bilance obyvatelstva k r. 2012 – nárůst počtu obyvatel o 0,6 %“) [online]. Bazilej, 2013. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.statistik-bs.ch/thema/gesellschaft/bevoelkerung>.
- Surat City Climate Change. 1999. *Urban Heat Island : Types* [online]. Indie, 1999. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <http://www.suratclimatechange.org/page/8/urban-heat-islands.html>.
- ŠÁLEK, M. 2007. *Orografické zesílení srážek a jeho důsledky pro kvantitativní odhad srážkových úhrnů meteorologickými radary*. [online]. Brno : Český hydrometeorologický ústav, 2007. [cit. 2012-04-23]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: http://old.chmi.cz/OS/metspol/akce/a_malenovice_IX_07/prednasky/Salek.pdf.
- ŠTĚPÁNEK, P. 2007. *Kontrola kvality dat : Homogenizace časových řad*. Brno : Český hydrometeorologický ústav, 2007, 68 s.
- THÉRIAULT, J. M.; STEWART, R. E.; HENSON, W. 2012. Impacts of terminal velocity on the trajectory of winter precipitation types. *Atmos. Res.* 2012, roč. 27, č. 116, s. 116-129.
- TOLASZ, R. et al. 2007. *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd. Olomouc : ČHMÚ, 2007, 256 s. ISBN 978-80-86690-26-1.
- TREFNÁ, E. 1970. *Klimatografie světa*. Praha : Hydrometeorologický ústav, 1970. 60 s.
- TROUX, A.; QUILLÉ, A. 1951. *Les Vosges : Géographie et Histoire* (Vogézy : Géographie a historie). Saint Dié : Weick, Hodapp et Cie, 1951, 8. vyd., 72 s.
- UM, M.-J.; YUN, H.; JEONG, Ch.-S.; HEO, J.-H. 2011. Factor analysis and multiple regression between topography and precipitation on Jeju Island, Korea. *J. Hydrol.* 2011, roč. 410, č. 3–4, s. 189-203, ISSN 0022-1694.
- UNEP. 1990. *The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer* [online]. Montreal : UNEP, 1990, 2. upr. vyd. [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: http://ozone.unep.org/new_site/en/Treaties/treaties_decisions-hb.php?sec_id=5.
- VELÍMSKÝ, T. 2006. *Neolit ve střední Evropě (5600-4000 př. n. l.)* [online]. Poslední úpravy 14. 11. 2012. Ústí nad Labem : PF UJEP, 2006 [cit. 2013-03-09]. Dostupné z: <https://pf.ujep.cz/~velimsky/pravek/03neolit/031neolit.htm>.
- VOTAVOVÁ, B. (2010): *Analýza meteorologických dat* [rukopis]. Brno, 2010, 46 s. + 1 CD-ROM. Bakalářská práce na Ústavu medicínského inženýrství Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií Vysokého učení technického v Brně. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Rozman, CSc.
- VYSOUDIL, M. 1997. *Meteorologie a klimatologie pro geografii*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 1997, 232 s. ISBN 80-7067-773-2.

- VYSOUDIL, M. 2004. *Meteorologie a klimatologie*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 2004, 281 s. ISBN 80-244-0875-9.
- wetter3.de. 2012. *Archiv-Version des Animationstools* [online]. Poslední úpravy 7. 7. 2012. Bad Vilbel : wetter3.de, 2012 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.wetter3.de/Archiv/>.
- WILD, M. 2012. Enlightening global dimming and brightening. [online]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 2012, roč. 93, č. 1, s. 27-37 [cit. 2012-02-28]. Dostupné jako soubor PDF také z URL: <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-11-00074.1>.
- ZÍKOVÁ, N. 2009. *Prostorová variabilita ročních chodů atmosférických srážek* [rukopis]. Praha, 2009, 116 s. + 1 CD-ROM. Diplomová práce na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze na katedře Meteorologie a ochrany prostředí. Vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Jaroslava Kalvová, CSc.

Citace této práce:

Tištěná podoba k dispozici v Geografické knihovně Přírodovědecké fakulty UK:

- MINÁŘOVÁ, J. 2013. *Prostorové a časové rozložení srážek v oblasti Vogéz* [rukopis]. Praha, 2013. 112 s. + 1 CD.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 CD s elektronickou verzí práce

Příloha 2 Datumově vymezené dny bez měření srážek na 12 meteorologických stanicích v období 1950-2011

Příloha 3 Průměrný měsíční úhrn srážek v mm na 14 zkoumaných meteorologických stanicích za období 1950-2011

Příloha 4 Roční úhrn srážek v mm na 14 zkoumaných meteorologických stanicích za období 1950-2011

Příloha 5 Lednový (I) a červencový (VII) úhrn srážek [mm] na pěti meteorologických stanicích za období 1950-2011

Příloha 2 Datumově vymezené dny bez měření srážek na 12 meteorologických stanicích v období 1950-2011

<i>Sewen - Lac Alfeld</i>	<i>Wildenstein</i>	<i>Sewen - Foerstel</i>	<i>Longemer</i>	<i>Mittlach - Erbe</i>	<i>Le Hohewald</i>	<i>Aubure</i>	<i>Barr</i>	<i>Kayserberg</i>	<i>Neuf - Brisach</i>	<i>Rouffach - Chs</i>	<i>Oberentzen</i>
1.1.-31.1.1952	1.2.1950-31.5.1956	1.1.1950-30.6.1958	1.12.1961-31.1.1962	1.5.1963-31.8.1972	1.12.1952-30.4.1953	1.1.1950-31.12.1970	1.8.-31.8.1953	1.6.-30.6.1950	1.11.2002-30.9.2003	1.7.-31.7.1961	1.11.-30.11.1956
1.3.-31.3.1952	1.9.-30.9.1956	1.7.-31.7.1968		1.-30.11.1974	1.9.-30.9.1955	1.4.-30.6.1986	1.2.-28.2.1970	1.4.-30.4.1965		1.5.-31.7.1962	1.2.-29.2.1964
1.-30.11.1952	1.4.-30.4.1957	1.7.-31.7.1974		1.10.-30.10.1975	1.12.1963-30.6.1964	1.1.-31.1.1989		1.1.-31.3.1967		1.4.-30.4.1971	
1.6.-30.6.1953	1.1.-31.1.1958	1.3.-30.4.1975		1.8.-31.8.1976	1.5.-31.8.1975	1.1.-30.4.2010		1.1.-31.1.1968		1.-30.11.1981	
1.8.-30.9.1953	1.3.-30.9.1958	1.8.-31.8.1975			1.7.-31.7.1976			1.9.-30.11.1968		1.-30.4.1982	
1.-31.12.1953	1.7.-31.8.1960	1.11.-31.12.1975			1.6.-30.6.1977			1.12.1977-31.3.1978		1.1.-31.1.1987	
1.4.-30.9.1954	1.3.-31.3.1961	1.-31.12.1977			1.8.-31.8.1977					1.-31.1.1989	
1.5.-31.5.1955	1.9.-30.9.1992	1.2.-28.2.1978			1.8.-31.8.1982					1.-30.9.1990	
1.9.-31.10.1955					1.9.-30.9.1983					1.-31.1.2004	
1.-31.12.1955					1.9.-30.9.1984						
1.2.-29.2.1956											
1.7.-31.7.1957											
1.1.-31.1.1958											
1.9.-30.9.1958											
1.8.-31.8.1959											
1.-30.11.1960											
1.3.-31.3.1964											
1.9.-30.11.2002											
3.-18.8.2004-											
1.-31.10.2004											
1.7.2006-31.7.2007											
5.5.-20.6.2008											

Zdroj dat: Météo-France, 2012

Pozn.: Meteorologické stanice Strasbourg a Ebersheim nejsou v této tabulce uvedeny proto, že zde měření srážek probíhalo nepřetržitě v období 1950-2011.

Příloha 3 Průměrný měsíční úhrn srážek v mm na 14 zkoumaných meteorologických stanicích za období 1950-2011

Stanice	Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sewen - Lac Alfeld		263,0	234,2	208,2	146,4	144,3	138,7	134,2	149,2	150,4	180,8	233,8	299,7
Wildenstein		227,4	198,3	185,6	135,3	142,1	137,0	135,7	135,2	133,9	166,5	206,0	251,4
Sewen - Foerstel		226,9	184,3	177,5	118,6	120,5	113,8	109,0	123,6	113,6	156,1	199,4	264,7
Longemer		189,2	163,6	152,1	124,1	135,3	143,8	135,5	134,3	132,2	153,3	185,4	210,6
Mittlach - Erbe		206,3	177,5	156,9	108,8	123,8	123,5	118,9	113,3	121,0	154,4	175,2	226,2
Le Hohewald		112,9	103,3	97,5	79,2	106,3	103,8	89,6	94,2	84,8	96,3	115,8	129,7
Aubure		100,0	86,8	90,7	70,1	99,6	88,8	84,6	83,4	74,0	95,1	102,7	115,9
Strasbourg		43,0	42,8	45,4	51,8	81,6	84,1	74,3	79,0	62,3	56,0	56,9	52,9
Barr		56,9	54,6	50,5	48,3	69,9	69,5	66,7	66,7	53,0	56,5	59,4	67,9
Kayserberg		54,7	52,9	47,7	47,1	69,4	72,0	62,3	70,0	52,8	53,5	60,6	63,7
Neuf - Brisach		32,9	32,4	38,9	46,5	74,3	77,4	72,0	76,6	57,5	47,6	45,7	40,5
Ebersheim		38,8	37,7	37,4	41,4	68,9	70,2	65,2	68,3	52,8	47,6	47,0	45,2
Rouffach - Chs		42,5	38,1	37,2	42,5	65,6	64,2	62,2	65,7	47,2	46,4	49,6	49,0
Oberentzen		37,3	35,5	37,8	43,2	66,6	65,2	62,4	66,8	50,6	46,3	48,6	44,4

Zdroj dat: Météo-France, 2012

Pozn.: Modře vyznačený je nejdeštivější měsíc, žlutě naopak nejsušší měsíc na dané meteorologické stanici; absolutně nejsušší a nejdeštivější měsíc v rámci všech 14 zkoumaných meteorologických stanic je podtržen a tučně označen.

Příloha 4 Roční úhrn srážek v mm na 14 zkoumaných meteorologických stanicích za období 1950-2011

Rok	Sewen-Lac Alfeld	Wildenstein	Sewen-Foerstel	Longemer	Mittlach-Erbe	Le Hohewald	Aubure	Strasbourg	Barr	Kayserberg	Neuf-Brisach	Ebersheim	Rouffach-Chs	Oberentzen
1950	2523	x	x	2130	1909	1294	x	867	744	x	766	602	775	672
1951	2446	x	x	1970	1757	1157	x	781	811	895	606	657	674	611
1952	x	x	x	2122	2245	x	x	846	836	979	607	725	642	663
1953	x	x	x	979	888	x	x	658	x	x	401	448	361	371
1954	x	x	x	1935	1649	1257	x	767	735	753	714	639	626	624
1955	x	x	x	1758	1615	x	x	686	757	705	590	624	545	569
1956	x	x	x	1697	1558	1117	x	710	666	725	676	539	573	x
1957	x	x	x	1713	1498	988	x	555	565	563	554	498	472	489
1958	x	x	x	2149	2010	1262	x	830	901	763	680	752	655	667
1959	x	1693	1417	1478	1318	791	x	595	541	538	517	485	559	563
1960	x	x	1845	1996	1733	1411	x	774	791	729	753	752	666	696
1961	2548	x	1928	x	1731	1164	x	630	639	625	554	518	x	543
1962	2352	2038	1881	x	1671	935	x	518	576	624	440	490	x	379
1963	2088	1658	1715	1743	x	x	x	599	566	678	711	522	686	681
1964	x	1458	1390	1463	x	x	x	539	447	544	488	365	475	x
1965	3099	2781	2644	2578	x	1840	x	884	927	x	794	706	740	853
1966	2858	2511	2388	2178	x	1471	x	773	792	761	749	592	575	669
1967	2198	1937	1849	1784	x	1198	x	713	746	x	627	562	622	610
1968	2321	2141	x	1912	x	1297	x	921	853	x	888	788	714	741
1969	2188	2112	1805	1857	x	1253	x	779	748	760	669	588	636	632
1970	2790	2731	2249	2228	x	1362	x	769	x	793	712	638	597	654
1971	1193	1342	1081	1222	x	805	597	432	517	427	538	443	x	429
1972	1749	1827	1495	1450	x	1041	905	615	649	714	605	467	617	483

Příloha 4 (pokračování)

Rok	Sewen-Lac Alfeld	Wildenstein	Sewen-Foerstel	Longemer	Mittlach-Erbe	Le Hohewald	Aubure	Strasbourg	Barr	Kayserberg	Neuf-Brisach	Ebersheim	Rouffach-Chs	Oberentzen
1973	1856	1851	1493	1499	1380	1282	1016	597	643	562	692	467	475	444
1974	2579	2203	x	2009	x	1239	1054	625	688	651	540	514	427	420
1975	1681	1528	x	1460	x	x	839	647	615	581	616	550	526	608
1976	1427	1360	1173	1409	x	x	777	532	550	453	460	402	474	491
1977	2671	2097	x	1998	2038	x	1123	745	760	x	603	675	622	633
1978	2398	2033	x	1919	1951	1075	1068	801	689	x	602	598	533	566
1979	2796	2174	2301	1986	1758	1244	1108	698	856	819	649	692	656	701
1980	2527	2131	1959	1962	1928	1280	1174	709	709	535	594	595	477	517
1981	2877	2468	2341	2192	2180	1349	1359	915	796	710	680	741	x	697
1982	2743	2401	2256	2166	2053	x	1152	996	784	807	743	765	x	713
1983	2692	2436	2095	2034	2062	x	1230	737	766	764	673	679	695	667
1984	2318	2046	1868	1845	1814	x	1090	733	683	730	626	601	606	522
1985	1958	1672	1449	1676	1487	994	837	662	513	564	519	539	501	485
1986	2894	2539	2224	2297	2293	1518	x	955	910	878	652	816	709	642
1987	2368	2091	1818	1958	1845	1364	1211	939	785	830	781	717	x	655
1988	2827	2545	2351	2252	2166	1456	1358	825	855	879	679	708	722	652
1989	1825	1668	1373	1690	1488	1016	x	647	647	725	593	636	x	617
1990	2433	2093	2043	1769	1838	1234	1023	759	724	638	554	601	x	529
1991	1825	1632	1438	1548	1394	922	908	603	543	536	502	505	492	425
1992	2330	x	1889	1728	1776	1284	1148	671	771	677	566	618	531	470
1993	2342	2077	1938	1826	1824	1281	1092	630	752	688	546	615	604	564
1994	2642	2187	2199	1989	1988	1237	1207	803	733	668	617	617	581	640
1995	2854	2429	2483	2126	2169	1445	1224	824	932	809	686	697	763	748

Příloha 4 (pokračování)

Rok	Sewen-Lac Alfeld	Wildenstein	Sewen-Foerstel	Longemer	Mittlach-Erbe	Le Hohewald	Aubure	Strasbourg	Barr	Kayserberg	Neuf-Brisach	Ebersheim	Rouffach-Chs	Oberentzen
1996	1646	1592	1463	1375	1391	980	1009	689	675	687	675	608	613	640
1997	2160	2041	1900	1707	1881	1161	1043	657	621	704	618	547	590	581
1998	2460	2225	2149	1884	1998	1187	1016	689	677	620	625	565	554	536
1999	2925	2751	2554	2296	2475	1605	1457	810	963	977	813	807	867	791
2000	2407	2294	2138	2120	2331	1211	1137	803	769	814	707	692	692	663
2001	3170	2754	2476	2315	2448	1601	1362	836	965	772	740	802	651	669
2002	1816	2310	2273	2191	2285	1457	1270	929	900	835	x	806	840	857
2003	2038	1560	1433	1376	1421	897	788	510	542	501	x	584	420	414
2004	x	2117	1994	1924	2044	1246	1082	721	756	783	685	665	x	698
2005	x	1591	1386	1557	1419	1031	984	590	550	619	575	599	534	543
2006	x	2328	2165	2149	2094	1305	1253	773	737	820	791	682	824	751
2007	x	2402	2303	2153	2362	1534	1329	851	759	807	644	677	712	672
2008	x	2022	1966	1959	1833	1207	1078	819	723	792	758	644	711	715
2009	1963	1879	1628	1752	1658	1069	971	777	749	636	640	668	599	603
2010	2051	1997	1772	1788	1648	1230	x	908	723	732	763	756	711	737
2011	1851	1741	1583	1658	1550	955	927	603	700	639	541	634	502	479

Zdroj dat: Météo-France, 2012

Pozn.: Modře vyznačený je největší roční úhrn srážek, oranžově naopak nejmenší roční úhrn na dané meteorologické stanici za celé zkoumané období 1950-2011; absolutně nejnižší a nejvyšší roční úhrn srážek v rámci všech 14 zkoumaných meteorologických stanic je podtržen a tučně označen; velmi vlhké (suché) roky zaznamenané na více meteorologických stanicích jsou vyznačeny modře (oranžově).

Příloha 5 Lednový (I) a červencový (VII) úhrn srážek [mm] na pěti meteorologických stanicích za období 1950-2011

Stanice	Sewen - Lac Alfeld		Wildenstein		Longemer		Aubure		Oberentzen	
Rok	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII
1950	82,7	84	110,2	x	91,4	105,5	x	x	15,7	75,1
1951	295,8	41,6	x	x	236,7	97,2	x	x	24,9	58,7
1952	x	14,7	x	x	199,7	20,9	x	x	46,8	14,4
1953	51,1	198,3	x	x	22,1	192,7	x	x	10,4	71,1
1954	111,2	x	x	x	143,8	163,7	x	x	25,9	54,1
1955	401,6	91	x	x	333	164,4	x	x	59,5	90,8
1956	268,4	230,5	x	201,9	189,5	241,6	x	x	14,9	135,5
1957	90,7	x	49,6	256	84,1	239	x	x	10,9	92,8
1958	x	149,5	x	x	191,2	164,4	x	x	67	27,9
1959	449	61,4	467,3	79,2	317,3	90,8	x	x	80,9	12,6
1960	218,8	273	200,9	x	154,7	179,3	x	x	48,2	86,5
1961	362,1	296,9	218,2	200,5	279,8	224,9	x	x	58,1	37,2
1962	396,3	77,8	414,9	88,1	x	95,8	x	x	61,9	16,6
1963	112,2	54,6	58,5	67,7	59,8	83,1	x	x	28	67,8
1964	73,4	23,8	49,7	28,8	36,9	38,5	x	x	8,8	28,9
1965	349,9	202,7	268,5	148,6	279,8	149,6	x	x	71,2	47,5
1966	334,9	155	322,4	129,8	232,8	131,6	x	x	64,6	61,3
1967	207	36,7	193,8	31,8	179,6	45,9	x	x	17,9	36,8
1968	335,5	128	378,5	116,8	218	145,8	x	x	46,7	74,3
1969	172,9	86,2	130,7	140,1	125,9	118	x	x	30,1	37,3
1970	188,4	205,3	185,7	225	168,3	165,5	x	x	76,1	52,2
1971	240,2	37,9	206,9	71	194,8	41,4	48,6	20,1	21,7	53,1
1972	90,3	104	76,6	161,9	56,4	94,4	27,2	73,3	17,9	90,4
1973	74,1	127,9	66,4	149,3	60,1	127,9	22,1	73,8	14,5	51,8
1974	251,6	100,5	218,2	107,2	160	131,4	81	63,4	19	38,6
1975	357,5	55,3	281,1	68,9	262,4	73,8	86,3	54,1	30,9	38,5
1976	266,9	117,6	228,9	124,9	234,3	180,2	134,2	74,3	16	82,7
1977	308,4	204,4	257,7	165,4	240,5	134,9	89,6	107,8	69	107,7
1978	270,5	246,3	214,8	229,1	174,9	219,8	77	93,6	28,9	49,9
1979	200,1	82,2	193,4	49,1	133,4	47,2	115	41,7	74,1	29,6
1980	318,6	300,1	248,1	272,7	221,1	246,7	102,5	158,7	46,4	48,4
1981	328,4	124,4	275,4	123,9	213,3	135,4	171,9	67,4	37,8	74,8
1982	350,7	143,9	356,6	145	267,3	130,9	197,3	76,4	60,1	117,4
1983	383,6	51,8	372,9	97,4	250,7	92,2	146,5	43,2	33,8	81,8
1984	616,5	90,5	457,4	104,9	355,9	114	163,4	67,4	77,1	35,3
1985	226,8	105,6	187,6	96,1	172,8	87,5	92,7	50,2	36,7	52

Příloha 5 (pokračování)

Stanice	Sewen - Lac Alfeld		Wildenstein		Longemer		Aubure		Oberentzen	
Rok	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII
1986	620,4	101,7	485,9	137,6	387,4	134,3	251,4	92,4	56,6	38,1
1987	136,5	215,6	111,6	188,7	91,9	179,5	67,2	134,1	17,8	76,8
1988	485,2	105,9	352,9	109,7	380,1	121,2	120,6	51,8	39,6	53,1
1989	62,7	143,4	55,2	126,8	58,4	192,6	x	96,2	4,2	139,6
1990	157,4	124,4	155,6	106,2	159	96,1	59,4	45,3	26,7	27,8
1991	248,1	143,9	169,3	120,7	166,7	118,6	47,6	77,9	9,3	34,9
1992	20,1	106,9	30,3	69,1	26,8	95,1	21,9	70,3	23,2	32,1
1993	267,1	147,8	224,7	168,8	178,7	137,8	120,7	130,3	10,3	41,7
1994	439,2	98,8	383,1	106,6	315,1	127,4	198,8	122,9	56,7	45,8
1995	670	103,9	559,4	127,6	423,8	108	229,3	65,9	71,2	59,9
1996	28,4	150,2	34,4	123,2	31,7	147,7	8,9	89,6	9,5	114,6
1997	74,5	95,1	54,5	94	43,8	131,5	16,7	91,2	31	64,4
1998	353,5	123,2	273,3	116,4	246,9	98,9	89,1	45,8	52,6	27,3
1999	328,9	103,5	284,6	110,5	229,8	81,5	125,6	103	46,3	82,8
2000	188,1	346,6	123,9	309,6	129,9	284,9	70,3	168,5	18,7	83,1
2001	267,4	213,6	248,2	180,9	205,5	199,8	72,7	101	51,5	75,6
2002	228,7	112,3	155,5	104,9	145,5	142,9	45,9	111,8	11,9	113,1
2003	403,7	128,3	354,8	109,4	279,4	107,2	133,8	41	52,7	40,7
2004	617,3	124,1	431,5	119,6	345,8	113,4	211,8	65,4	93,6	86,1
2005	295,4	197,6	185,6	207	170,5	183,8	100,3	107	15,8	94,5
2006	124,4	x	84,9	63,2	90,1	118,7	33,7	45,9	11,7	41
2007	x	x	356,5	232,9	271	216,9	136	134,8	26,2	68,1
2008	286,4	114,1	246,2	115,3	224,4	88	82,8	51,9	42,4	88,2
2009	109,3	183,7	102	229,9	94,2	205,3	30,5	177,3	29,8	60,7
2010	133,8	85,4	131,3	105,3	124,1	84,6	x	77	33,2	74,2
2011	186	210,6	221,1	164,1	179,9	171,5	70,8	103,9	18,5	74

Zdroj dat: Météo-France, 2012

Pozn.: Modře je vyznačený největší měsíční úhrn srážek, oranžově, resp. žlutě naopak nejmenší měsíční úhrn srážek pro každou z pěti vybraných meteorologických stanic za celé období 1950-2011; extrémní hodnoty pro leden jsou označeny sytější barvou (žlutou a světle modrou), zatímco pro červenec méně výrazným odstínem (modře a oranžově); absolutně nejnižší a nejvyšší lednový a červencový úhrn srážek v rámci všech pěti vybraných meteorologických stanic je podtržen a tučně označen; velmi vlhké (suché) měsíce zaznamenané na více meteorologických stanicích jsou vyznačeny modře (oranžově či žlutě).